

Zeitschrift: Bulletin de la Société Fribourgeoise des Sciences Naturelles = Bulletin der Naturforschenden Gesellschaft Freiburg
Herausgeber: Société Fribourgeoise des Sciences Naturelles
Band: 47 (1957)

Artikel: Exploration hydrographique du lac de Morat par des sondages aux ultra-sons
Autor: Quartier, A.A.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-308347>

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: 28.01.2026

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

Exploration hydrographique du lac de Morat par des sondages aux ultra-sons

par A. A. QUARTIER

Introduction

Dans un travail précédent consacré au lac de Neuchâtel (A. A. QUARTIER : La morphologie et l'origine du lac de Neuchâtel telles qu'elles sont révélées par les sondages aux ultra-sons, in *Bull. Soc. fribourgeoise des Sc. nat.*, vol. 46, 1956), j'ai décrit l'appareil que nous utilisons pour l'exploration de nos lacs au moyen des ultra-sons. Je ne veux donc pas revenir ici sur ce point. Pour l'exploration du lac de Morat, nous avons utilisé le même appareil et le même bateau, qui était également monté par trois hommes. Toutes les conditions étaient donc semblables à celles que nous avons eues lors de nos levés sur le lac de Neuchâtel, sauf toutefois en un point, celui de la navigation. En effet, le lac de Morat étant beaucoup plus petit que celui de Neuchâtel, le problème de la navigation et du repérage de la position du bateau étaient plus facile à résoudre : pour tenir la ligne droite, il a suffi d'une grosse boussole suspendue à la cardan et posée sur le fond du bateau. Nous partions d'un point repéré sur l'une des rives pour aboutir à un autre point repéré sur l'autre rive. C'est M. André Burger qui a bien voulu se charger de ce travail de navigateur : qu'il en soit remercié ici. Les levés sur le lac de Morat ont été effectués le 22 juin 1957 par bonne visibilité et calme plat, ce qui a simplifié au maximum les problèmes de navigation. Nous avons relevé 15 profils transversaux et 3 profils longitudinaux, soit un total de 64 km de levés. Les profils transversaux sont plus ou moins parallèles entre eux et sont éloignés les uns des autres de 150 à 350 m. L'un des profils longitudinaux correspond à peu près au grand axe du lac, tandis que les deux autres sont parallèles à chacune des grandes rives et en sont éloignés d'environ 150 m. La fig. 1 donne la situation de nos profils transversaux.

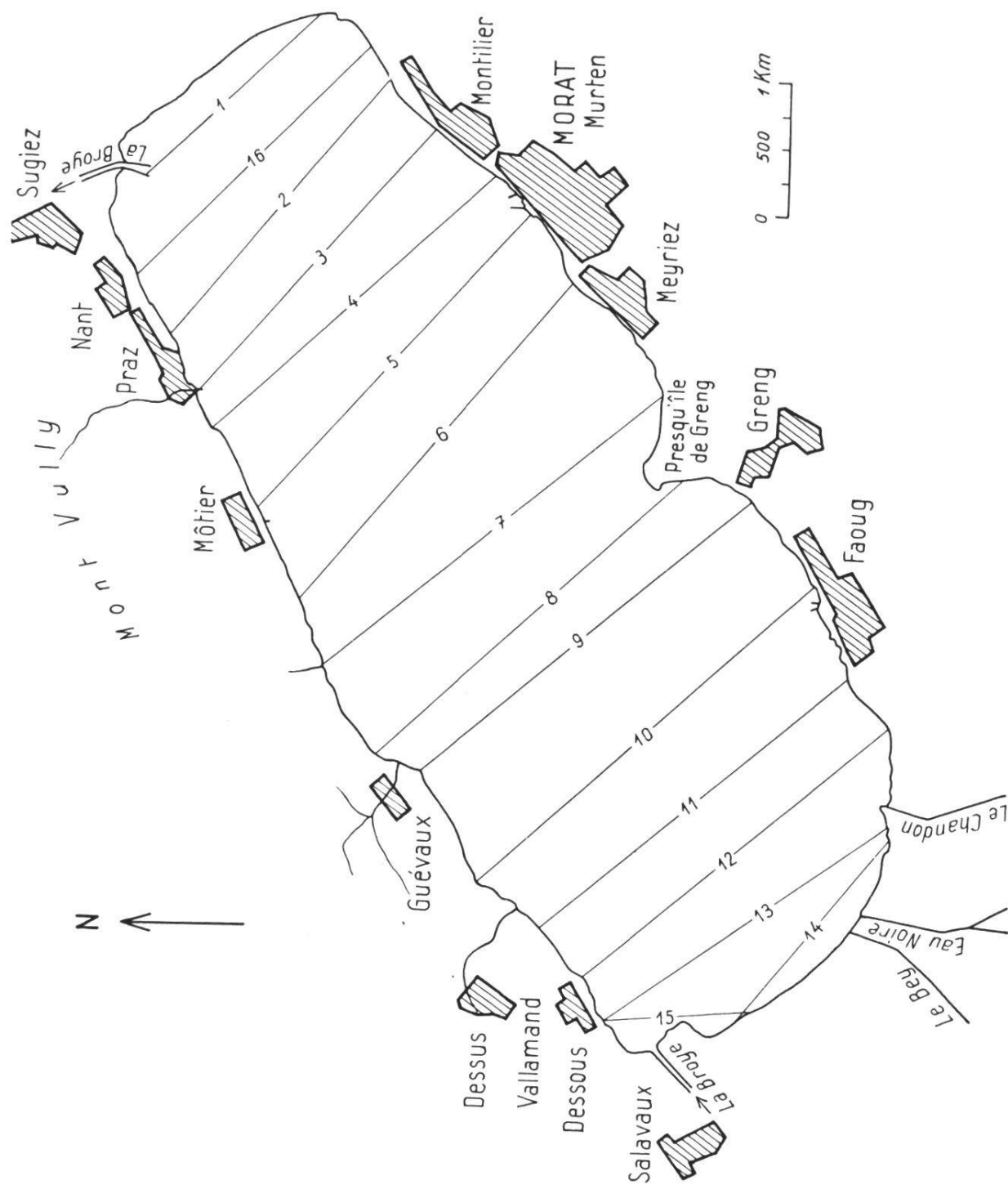


Fig. 1.

Tous ces profils ont été levés aux mêmes échelles : en hauteur, 1 mm du profil correspond à 250 mm dans le lac, l'échelle est donc au 1 : 250^e. Par contre en longueur, l'échelle est au 1 : 16 000^e. Le rapport de nos deux échelles est donc comme 1 à 64. Les problèmes que posent cette forte différence d'échelle ont été discutés dans le travail cité plus haut. Il est bien évident que cette différence entre l'échelle verticale et l'échelle horizontale peut être la source de graves erreurs d'interprétation, mais il faut insister d'autre part sur le fait que la forte exagération de l'échelle verticale permet de révéler des détails qui échappent avec d'autres méthodes de levés et, jusqu'à un certain point, les levés par ultra-sons permettent de mettre en évidence des accidents morphologiques qui échapperaient aux méthodes de levés pratiquées ordinairement en topographie.

Quelques définitions

Pour faciliter les descriptions qui suivent, je donne ici quelques définitions géographiques relatives au lac de Morat : ce lac est rectangulaire, il a donc deux grands et deux petits côtés. Si on considère ce lac comme une partie élargie du lit de la Broye on peut distinguer d'emblée un petit côté amont, là où se jette la Broye, et un petit côté aval, là où cette rivière sort du lac. Le grand côté, qui longe le Vully, sera la rive gauche du lac, tandis que le grand côté opposé sera la rive droite du lac. C'est la rive où se trouve la ville de Morat (Murten). A peu près au tiers de sa longueur à partir de l'amont cette rive montre un promontoire très net : c'est la presqu'île de Greng. La Broye se jette dans le lac là où la rive gauche se relie au petit côté amont, et elle quitte le lac là où la même rive gauche se relie au petit côté aval. Divers affluents moins importants se jettent en divers points du lac de Morat. La fig. 1 permettra au lecteur de situer facilement tous les objets géographiques dont nous parlons dans ce travail.

Description de quelques accidents particuliers

La carte topographique au 1 : 25 000^e permet de se faire une bonne idée d'ensemble de l'hydrographie du lac de Morat. Cette carte a probablement été levée par le Service topographique fédéral sur la base de profils transversaux. Il est probable que des profils longitu-

dinaux, parallèles aux rives, n'ont pas été levés et c'est ainsi que plusieurs accidents sont à peine indiqués ou pas du tout : nous avons fait la même remarque au sujet du lac de Neuchâtel. Grâce à nos levés longitudinaux il nous a été possible de repérer ces accidents, et, je crois, d'en proposer une explication valable.

Mon but est tout d'abord de décrire en détail quelques-uns de ces accidents hydrographiques : en effet, j'ai été frappé par le fait que sous la surface du lac de Morat, comme sous celle du lac de Neuchâtel, j'ai repéré de nombreuses formes en creux qui, le plus souvent, prolongent sous la nappe des eaux du lac actuel le cours de nombreux affluents. On retrouve donc l'équivalent des vallées submergées décrites dans le lac de Neuchâtel. Comme cette question de la prolongation sous l'eau de vallées ou de ravins émergés me paraît intéressante, je veux donner ici quelques exemples choisis le long des rives du lac de Morat :

a) *Delta de la Broye* : La région de l'embouchure de la Broye a été enregistrée sur le profil 15 : notre fig. 2, à droite en haut, reproduit la partie intéressante de ce levé. On voit très nettement 2 dépressions : l'une de 13 et l'autre de 15 m de profondeur ; elles sont séparées par un seuil qui arrive à 6 m sous la surface. Ce seuil a certainement été exploité par une drague d'où l'aspect tourmenté de sa surface. Actuellement la Broye se jette dans la dépression la plus profonde. L'autre dépression représente certainement un ancien cours de la Broye, et la rivière atteignait le lac à environ 400 m au S de son embouchure actuelle.

b) *Vallée du Bey et de l'Eau Noire* : La coupe 14 montre une dépression très nette située au large des embouchures du Bey et de l'Eau Noire : cette dépression dont la profondeur est de 9 m sous la surface, peut se poursuivre sur une longueur de 500 m vers le NE (fig. 2, profil 14, à droite).

c) *Vallée du Chandon* : La coupe longitudinale menée parallèlement à la rive droite a recoupé sur les profils 11, 12 et 13, une autre dépression qui se trouve juste en face de l'embouchure du Chandon. La profondeur est d'une dizaine de mètres sous la surface et cette vallée rejoint au large celle du Bey et de l'Eau Noire. Ces trois vallées, réunies et fondues ensemble, se prolongent vers le NE et forment

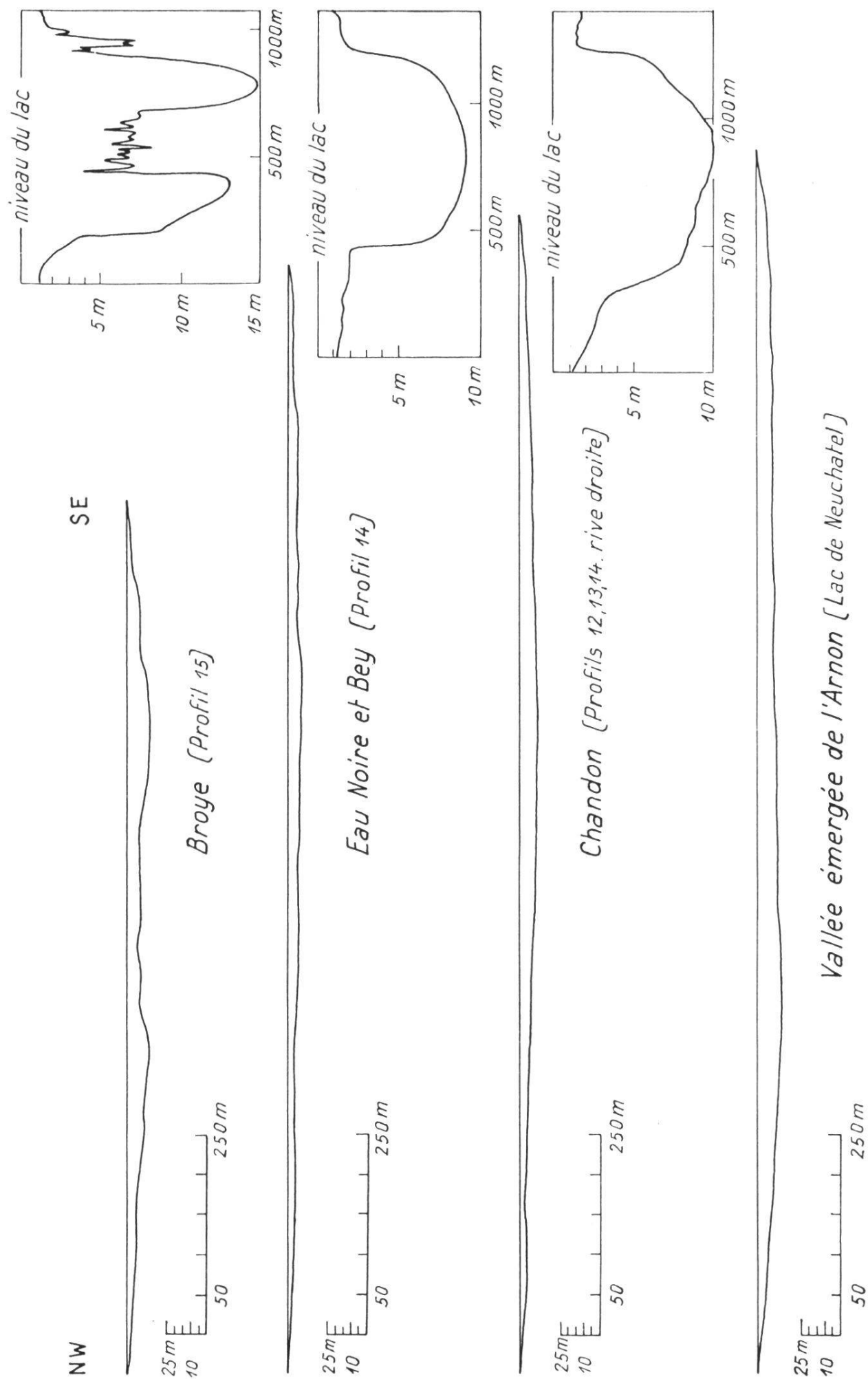


Fig. 2.

ainsi une des vallées principales du lac de Morat : c'est celle qui est située entre la dorsale et la rive droite du lac. La fig. 2, profil 12, 13, 14, à droite, montre une coupe de cette vallée submergée du Chandon.

d) *Vallée du ruisseau de Forel* : A 300 m au SW de l'embouchure actuelle du ruisseau de Forel, une dépression bien marquée entaille la rive gauche et peut se suivre presque jusqu'au fond du lac : à environ 150 m de la rive la profondeur est déjà de 25 m.

Ces quelques exemples choisis parmi les plus caractéristiques montrent que le lac de Morat présente plusieurs cas d'affluents dont le cours aérien se prolonge assez loin dans le lit du lac. Souvent cette prolongation n'est pas dans l'axe direct du cours d'eau actuel, mais elle part d'un autre point de son delta ou de son cône de déjection : c'est le cas pour la Broye et le ruisseau de Forel. C'est aussi le cas du ruisseau qui se jette maintenant au S de la presqu'île de Greng. Un ancien lit submergé se remarque à l'E de cette presqu'île, soit entre celle-ci et Morat. Il est bien entendu que les dessins donnés plus haut représentent les profils tels qu'ils ont été levés : pour rétablir les objets à leur échelle exacte, la fig. 2, profil 15, donne la coupe de l'embouchure de la Broye en utilisant deux échelles dont la hauteur est le double de la longueur : on voit qu'en fait les dépressions sont peu de chose. A titre de comparaison, la fig. 2 (en bas) représente la vallée émergée de l'Arnon à 1 km environ en amont de Champagne. On voit que cette vallée présente un accident topographique ni plus ni moins important que nos vallées submergées. Ces dernières sont très fortement exagérées par nos levés, mais elles n'en existent pas moins nettement, et leur importance est tout à fait comparable à celles de diverses vallées émergées situées dans la région de nos trois lacs sub-jurassiens.

D'ailleurs, en ce qui concerne la morphologie de la cuvette des lacs, il faut tenir compte du fait que leur relief est empâté et atténué par la pluie incessante des divers sédiments lacustres : particules en suspension amenées dans les eaux du lac par les rivières en crue, importants dépôts d'origine chimique qui se précipitent peu à peu vers le fond, cadavres d'êtres planctoniques, constituent peu à peu une couche de sédiments plus ou moins épaisse qui colmate les fonds et amortit les reliefs. Ces dépôts lacustres ne tombent pas également

sur toute la surface de la cuvette, mais les bords, soumis au jeu des vagues, montrent une certaine déficience dans ce domaine, et seules les particules assez lourdes subsistent jusqu'à une profondeur assez grande. A partir de cette profondeur, qui est la limite de la sédimentation fine, même les particules les plus ténues restent en place. Il est donc extrêmement probable que l'épaisseur des sédiments est plus grande dans les fonds que sur les bords, et les vallées qui sont détectées maintenant au fond de nos lacs devaient être à l'origine plus marquées et plus profondes. Il est difficile d'estimer l'épaisseur de la couche sédimentaire qui repose au fond des lacs, car, à ma connaissance, aucun sondage n'a été entrepris qui permette de se faire une idée exacte à ce sujet. Si l'on fait l'hypothèse que cette couche a une dizaine de mètres d'épaisseur, cela suffit pour amortir sensiblement le relief immergé.

Quant à l'origine de ces vallées submergées, on peut faire toutes les hypothèses que l'on veut. Certains les attribuent à des courants sous-lacustres. Dans le lac de Neuchâtel, par exemple, il existe des courants assez violents, dont la vitesse peut atteindre probablement 1 km/heure. Mais il s'agit de courants de pleine eau, qui se produisent presque toujours après les tempêtes, et particulièrement dans la couche du saut thermique. Par contre, il est très peu probable que de tels courants existent sur le fond car, toujours dans le lac de Neuchâtel, la limite des vases et limons fins est entre 15 et 20 m, et l'on ne voit pas comment des dépôts aussi fins et légers résisteraient à des courants violents, alors que, selon le témoignage de plongeurs, il suffit du mouvement le plus faible pour être entouré immédiatement d'un nuage de fines particules.

On peut aussi penser que ce sont les rivières elles-mêmes qui, par la force de leurs eaux, ont creusé une prolongation de leur lit sur le fond du lac : il est certain que tant dans le lac de Morat que dans celui de Neuchâtel, les vallées submergées que nous avons repérées sont la plupart du temps situées en face de l'embouchure de cours d'eau qui maintenant encore coulent dans le lac. Mais il peut arriver que des affluents importants, tels que la Broye à son embouchure dans le lac de Neuchâtel, de même que l'Areuse, affluent du même lac, ne montrent pas la moindre prolongation de leur lit sous les eaux lacustres. D'autre part, la Thielle, à Yverdon, se jette dans le lac sans qu'il soit possible de repérer près de l'embouchure le moindre lit submergé ;

par contre, à plus d'un kilomètre au large, on retrouve ce lit très bien marqué. Enfin, les nombreuses observations faites à l'embouchure du Rhône dans le Léman, ou du Rhin dans le lac de Constance, montrent que les eaux de ces fleuves ne creusent pas le fond du lac, mais qu'elles s'évalent et forment des nappes à diverses profondeurs entre deux eaux, ceci en fonction des conditions thermiques et de la charge en alluvions. Enfin, même si les affluents commençaient à couler sur le fond du lac, on ne voit pas comment ils pourraient creuser un lit sur plusieurs kilomètres, ni comment des dépôts fins pourraient subsister au fond de ce lit.

Enfin, notre hypothèse nous paraît être la plus facile à accepter : nous commençons par admettre que les actuels lacs de Morat et de Neuchâtel n'ont pas toujours existé, mais que leur actuel emplacement était occupé par un réseau de vallées fluviales qui se jetaient les unes dans les autres et s'écoulaient en direction générale du NE. A un moment donné l'écoulement est devenu impossible, la partie aval ou médiane de ces vallées a été obstruée probablement par les alluvions de l'Aar qui ont comblé l'actuel Seeland, et c'est ainsi que nos lacs se sont formés. Avant d'être remplie d'eau, leur cuvette a été soumise plus ou moins longtemps aux effets de l'érosion subaérienne ; après la mise en eau, un certain comblement s'est produit, et les formes que nous révèlent les ultra-sons sont un compromis entre ces deux actions. Une classification systématique des cas rencontrés permettrait peut-être d'obtenir des renseignements quant aux âges relatifs des lacs et des affluents qu'ils reçoivent : certains affluents existaient avant le lac, d'autres ont eu leur cours modifié par la formation du lac, d'autres sont venus se jeter au lac après sa formation, d'autres enfin ont disparu et n'ont laissé comme preuve de leur existence que des fragments de lits actuellement submergés.

Hydrographie générale du lac de Morat

Nos levés nous permettent de donner une brève description d'ensemble de l'hydrographie du lac de Morat. Cette hydrographie présente une analogie frappante avec celle du lac de Neuchâtel : il n'y a guère qu'une différence d'échelle entre les deux lacs. Les principaux traits de l'hydrographie du lac de Morat peuvent se grouper sous les quatre rubriques suivantes.

a) *La dorsale*. Elle divise le lac de Morat en deux moitiés symétriques : en effet, elle s'enracine à peu près au milieu de la rive amont et se dirige vers le NE en se superposant au grand axe du lac. Elle est encore nette sur notre coupe 6, puis elle s'interrompt à peu près en face de Morat, pour reparaître, mais beaucoup moins marquée, dans la partie aval du lac.

La partie supérieure de la dorsale est constituée par une arête très nette, pratiquement horizontale, qui culmine à 24-25 m sous l'eau. Avant de s'interrompre, la dorsale s'abaisse brusquement et se perd au fond du lac.

b) *La vallée de la rive gauche* ou vallée de la Broye : en effet, cette vallée située entre la rive gauche et la dorsale commence en amont du delta actuel de la Broye. Cette vallée ne se continue pas à travers tout le lac, mais elle s'infléchit vers l'E, là où la dorsale s'interrompt. C'est dans cette vallée que se trouve la fosse profonde du lac. Le ruisseau de Forel entaille son flanc gauche presque jusqu'au fond.

c) *La vallée de la rive droite* est comprise entre la dorsale et la rive droite : à son extrémité amont cette vallée est formée par la réunion des dépressions qui prolongent sous l'eau les lits du Bey, de l'Eau Noire et du Chandon. Cette vallée de la rive droite est moins profonde que celle de la rive gauche, et, comme elle, on ne peut pas la suivre à travers tout le lac, car elle s'arrête aussi là où s'interrompt la dorsale.

d) *La partie aval du lac* est formée par la rampe qui descend de la rive aval du lac jusqu'au fond de celui-ci. Cette partie du lac est de modelé mou : on remarque plusieurs crêtes peu marquées et plus ou moins parallèles les unes aux autres. L'une de ces crêtes est située dans le prolongement de la dorsale et elle paraît la continuer vers le NE. Ces crêtes sont séparées par des dénivellations faibles et de cours capricieux. Certaines de ces dénivellations peuvent se suivre presque jusqu'à la rive.

Tels sont les quatre objets principaux que l'on remarque au fond du lac de Morat. La vallée de la rive gauche rejoint celle de la rive droite par l'interruption de la dorsale, et la cuvette profonde du lac actuel semble être le point de rencontre de tout un ancien réseau de cours d'eau qui se réunissaient avant de s'écouler vers l'E, quelque part un peu en aval de l'emplacement de la ville de Morat.

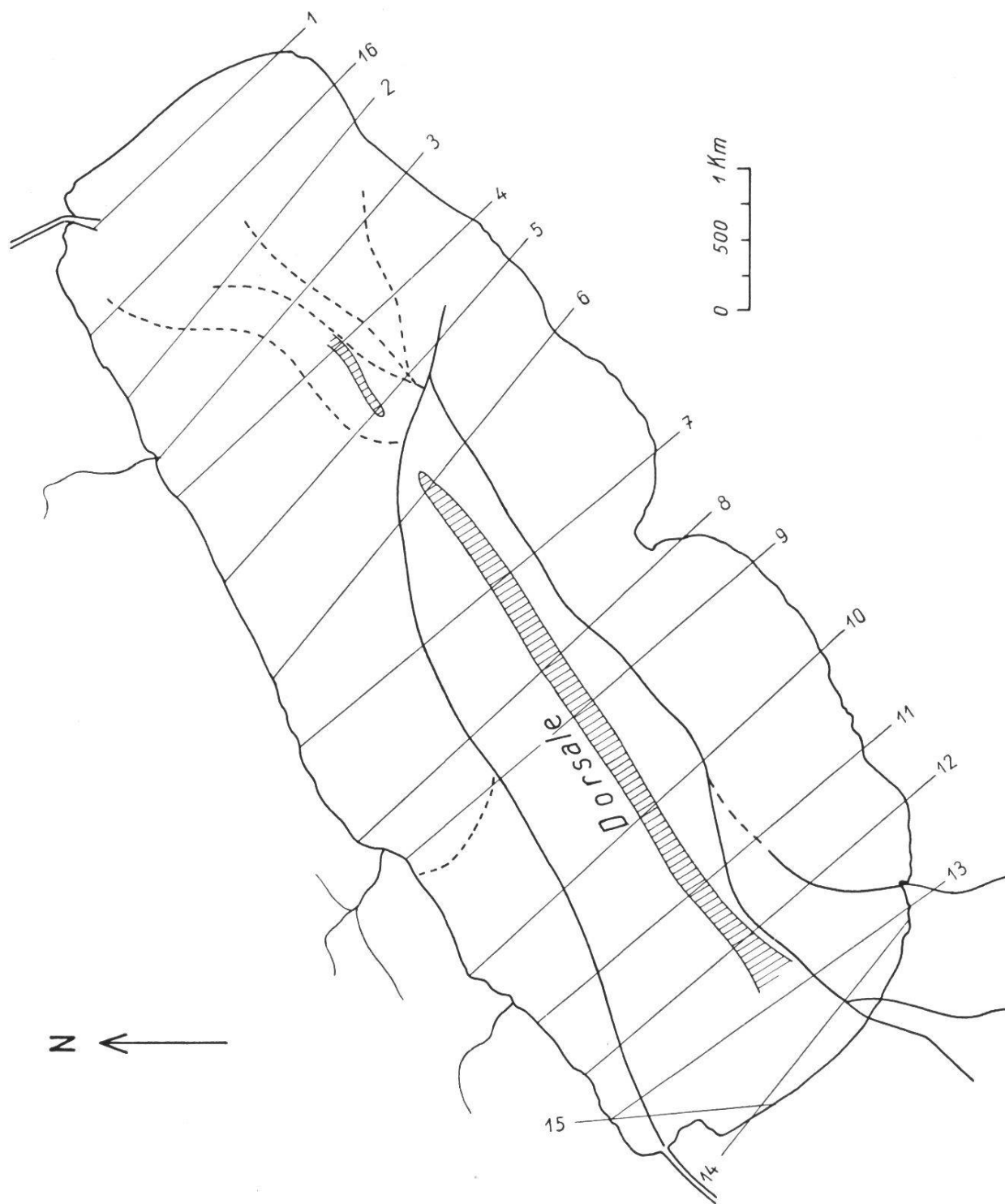


Fig. 3.

La fig. 3 donne une idée de l'ensemble de ce réseau. On voit que la situation est très comparable à celle que nous avons trouvée au fond du lac de Neuchâtel. Il semble bien que ces deux lacs se sont formés de la même manière et que tous deux étaient à l'origine des vallées fluviales qui ont été barrées. La netteté des reliefs immergés rend invraisemblable l'hypothèse que ces reliefs sont pré-glaciaires : on doit donc, semble-t-il, admettre que les formes conservées sous l'eau sont post-glaciaires, ce qui signifie post-würmiens, donc relativement récentes.

Cette première exploration du lac de Morat devra être précisée en certains points, mais telle qu'elle est, elle montre de nettes analogies entre ce lac et celui de Neuchâtel. Ces analogies ne sont pas seulement morphologiques, mais elles sont aussi dues à une genèse probablement commune des deux lacs.