Zeitschrift: Archives des sciences physiques et naturelles
Herausgeber: Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève
Band: 12 (1930)

Artikel: Les carbonates dans les sédiments du lac de Genève
Autor: Romieux, Jean
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-741239

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: 16.07.2025

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

LES
CARBONATES DANS LES SÉDIMENTS
DU LAC DE GENÈVE

PAR

Jean ROMIEUX

(Avec une carte et deux fig.)

INTRODUCTION.

Les études faites jusqu'ici par divers auteurs sur la sédimentation lacustre actuelle ont montré la variété et la complexité des problèmes qui se posent à ce sujet.

Dans ce travail, nous avons examiné quelques questions concernant les carbonates. Sans les avoir complètement résolues, nous pensons que les données réunies ici seront utiles à ceux qui reprendront ces problèmes.

Un certain nombre d'analyses de sédiments du lac de Genève ont été publiée en 1892 dans l'ouvrage classique de Forel (1)[1]. Des recherches plus approfondies ont été entreprises il y a quelques années sous la direction du professeur L.-W. Collet par Mlle G.-E. Coit (5) qui a étudié plus spécialement les carbonates.

Ce sont ces derniers travaux que, sur la proposition de M. le

[1] Les chiffres entre parenthèses renvoient à l'index bibliographique à la fin de cet article.

professeur L.-W. Collet, nous avons poursuivis, dans le but de les compléter. Le résultat de nos études est exposé dans la carte et dans la liste des teneurs moyennes en acide carbonique jointes au présent travail, qui n'en est que le commentaire explicatif.

Avant d'aborder notre sujet, nous désirons premièrement adresser nos très vifs remerciements à M. le professeur L.-W. Collet, Directeur du Laboratoire de géologie et de géographie physique de l'Université de Genève, pour les conseils judicieux qu'il a bien voulu nous donner et toutes les facilités qu'il nous a accordées; à M. le Dr Edouard Paréjas, assistant chef au Laboratoire, qui a effectué la plus grande partie des sondages et dont l'aide nous a été précieuse.

Méthode suivie dans nos recherches.

Nous ne parlerons pas ici des procédés de récolte des échantillons, procédés qui ont été déjà décrits dans la publication de Mlle Coit (5).

Après dessication à l'air des carottes de sondages, des fragments de celles-ci étaient prélevés au niveau voulu, pulvérisés au mortier d'agate, séchés jusqu'à poids constant dans une étuve (température 110° centigrades), puis la prise était pesée exactement en vue de l'analyse.

Les appareils utilisés par Mlle Coit étaient de petits flacons à tubulures, modèles Schrœder, dans lesquels la poudre est attaquée par l'acide chlorhydrique dilué, d'abord à froid, puis en chauffant jusqu'à l'ébullition maintenue pendant trois minutes, et le CO_2 dégagé dosé par perte de poids.

Cependant le contrôle que nous avons fait des résultats obtenus avec ces appareils nous a montré que ces résultats ne sont pas d'une exactitude suffisante et qu'ils ne peuvent avoir qu'une valeur comparative. Nous avons alors modifié notre méthode sur deux points importants:

1. Nous avons opéré sur des prises moyennes, obtenues en détachant de la poudre, au moyen d'une lame propre, sur toute la longueur de la carotte. Cette dernière est préalablement

raclée sur l'une des faces, de façon à la débarrasser de la couche superficielle soumise à l'action de l'air et de la poussière.

2. L'appareillage adopté a été celui qu'ont imaginé et décrit MM. P. Wenger et M. Gysin (6).

Etablissement de la carte.

L'emplacement de chaque sondage a été repéré aussi exactement que possible par des visées faites à la boussole à prisme (3 au moins) sur des points topographiques de la côte.

Sur la carte, nous avons porté et marqué par des hachures et d'autres signes distinctifs la nature des divers dépôts rencontrés par les sondages, en suivant une classification que nous indiquerons ci-après. Enfin nous avons tracé les courbes d'égales teneurs en carbonates. Etant donné l'espacement encore trop considérable des points de sondage, les courbes ainsi tracées ne sauraient être qu'approximatives.

Le nombre des carottes dont la teneur moyenne en acide carbonique a été déterminée est de 187. Un certain nombre de dosages ont été répétés pour contrôle. En outre nous nous sommes servi des résultats d'analyses de sédiments mentionnés par Forel et dont les stations pouvaient être localisées d'une manière assez précise. Lorsque les teneurs en CO_2 n'avaient pas été déterminées, mais celles en CaO et MgO indiquées, nous avons calculé la teneur en CO_2 comme si ces deux bases se trouvaient seules et entièrement à l'état de carbonates, ce qui n'est pas absolument exact, comme nous le verrons, mais n'entraîne pas toutefois d'erreurs importantes.

Nature des sédiments du lac.

L'étude de la répartition des carbonates dans les sédiments du lac doit être liée à celle de l'origine et du mode de distribution de ces sédiments.

Forel (1) distingue le sol d'érosion et le sol d'alluvion, ce dernier étant de deux types: l'alluvion lacustre et l'alluvion

fluviatile, qu'il subdivise encore toutes deux en alluvion impalpable et grossière. Forel signale en outre deux genres de boues fines, les unes d'un gris bleuâtre, localisées surtout dans le Grand Lac, les autres d'un gris brunâtre, plus particulières au Petit Lac, et mentionne enfin le limon micacé amené par le Rhône.

Sans nier la valeur de cette classification, nous n'avons pas cru devoir la suivre. La distinction entre les boues bleuâtres et les boues brunâtres, notamment, est difficile à faire, une gamme très étendue de passages existant entre ces deux variétés. En outre, il est impossible de reconnaître, dans tel ou tel dépôt, la part qui revient à l'alluvion fluviatile et celle que l'on pourrait assigner à l'alluvion lacustre.

Mlle Coit a proposé la classification suivante (4, p. 61):

A. Sables plus ou moins meubles.
B. Boue grossière.
C. Boue fine { *a*) bleuâtre. / *b*) brunâtre. }
D. Boue et sable interstratifiés.
E. Boue blanche, très calcaire.

Nous avons repris, en la modifiant légèrement, cette classification, comme suit:

A. Sables.
B. Boue grossière.
C. Boue fine, homogène ou indistinctement stratifiée.
D. Boue fine bien stratifiée.
E. Boue blanchâtre, très calcaire.
F. Boue micacée.

Ce sont là les divers sédiments que nous avons figurés par des signes conventionnels sur notre carte (v. 2me partie). Il va de soi qu'en beaucoup d'endroits se déposent des types mixtes. On pourra rencontrer, par exemple, des boues fines stratifiées avec lits sableux et micacés. Dans ce cas, nous avons placé sur la carte, en surcharge sur le figuré des boues fines nettement stratifiées, quelques-uns des signes adoptés pour le sable et pour le mica.

Répartition des sédiments dans le lac.

La carte montre d'emblée que les sédiments sont répartis suivant trois régions principales.

1. *Une région orientale*, s'étendant de l'embouchure du Rhône jusqu'à une limite approximativement tracée par la ligne St-Sulpice–Evian.

2. *Une région centrale*, qui occupe l'aire comprise entre cette limite et la barre de Promenthoux, séparant le Grand Lac à l'est du Petit Lac à l'ouest.

3. *Une région occidentale*, constituée par le Petit Lac.

Chacune de ces régions montre encore des zones prédominantes.

1. *La région orientale* comprend:

Une zone de faible largeur s'étendant au devant du littoral sud du lac, où les dépôts sont spécialement du type C (boues fines, homogènes ou indistinctement stratifiées).

Une vaste étendue médiane où dominent les vases et les sables micacés, région soumise avant tout à l'action du courant du Rhône.

Enfin une large zone située au nord de la précédente et s'étendant entre celle-ci et la rive vaudoise, à peu près de Chillon à St-Sulpice. C'est là que se déposent les boues fines nettement stratifiées, tout à fait comparables aux *varves* glaciaires et post-glaciaires décrites par de Geer. C'est donc une région de dépôts saisonniers, influencé par le Rhône et les cours d'eau à forte pente qui aboutissent au lac.

2. *La région centrale* comprend la partie la plus profonde du lac (profondeur moyenne 309 m), celle où la sédimentation est la plus uniforme et la plus tranquille. Il s'y dépose des boues fines et homogènes, sans stratification bien marquée. Seul le grand delta de la Dranse, se prolongeant sous les eaux jusqu'à plusieurs kilomètres des côtes, vient empiéter largement sur ce territoire monotone.

Dans le golfe d'Yvoire, la faible profondeur et les apports de petits cours d'eau comme le Vion, le Foron et le Redon, déterminent une complexité plus grande dans la sédimentation.

3. *Le Petit Lac*, aux rives rapprochées, au relief accidenté, avec des hauts-fonds assez étendus, présente par là-même des dépôts très variés, et l'influence des organismes y devient sensible. On peut cependant y reconnaître deux régions:

Une zone nord-orientale où réapparaissent des boues fines à stratification nette, et où les teneurs en carbonates sont faibles.

L'autre région embrasse tout le reste du Petit Lac. Là se forment des sédiments non stratifiés, exception faite des lits sableux aux embouchures des cours d'eau, lits n'occupant d'ailleurs qu'une faible étendue. Là aussi se rencontrent les boues blanchâtres riches en carbonates, très riches même en certains points, dont nous reparlerons.

Reprenons maintenant les différentes catégories de dépôts que nous avons établies et étudions quelques-uns des problèmes qui se posent à leur sujet. Nous chercherons spécialement de quelle manière on peut expliquer leur présence en tel ou tel point et quelles relations peuvent exister entre l'origine de ces divers dépôts et leur teneur en carbonates.

A. *Sables.*

Il est évident que les sables du lac doivent leur origine, d'une part à l'apport de certains cours d'eau, d'autre part à l'usure sous l'effet des vagues des matériaux du rivage. Les premiers peuvent être déposés fort avant dans le lac, les seconds se maintiennent au voisinage de la côte.

Cependant, des sables ont été rencontrés au milieu du lac, que Forel (1, vol. I, p. 117-118) pense avoir été apportés par voie aérienne. Il mentionne notamment un échantillon sableux dragué sur le profil Ouchy-Evian, à mi-lac, sur la plaine centrale. Cette localité correspond à peu près à l'emplacement de notre sondage n° 12.

Dans la carotte n° 12, Mlle Coit signale entre 29 et 30 ½ cm de profondeur, un lit de sable meuble et grossier de 1 ½ cm d'épaisseur contenant des débris végétaux. Cette dernière

circonstance, l'épaisseur de la couche et le fait que ces lits sableux ont été retrouvés en plusieurs points dans cette région, indiquent clairement, à notre avis, qu'il ne peut être question d'un sable d'origine éolienne. Mlle Coit note encore à la station n° 13, à 43 cm de la surface, 2 cm d'un sable grossier qui, d'après elle, pourrait avoir été amené par une crue exceptionnelle du torrent de la Paudèze. Mais elle pense que cette explication ne serait pas vraisemblable pour le n° 12, cette station se trouvant à 7 ½ km de l'embouchure de la rivière.

Ajoutons que les stations 12 et 13 se trouvent à une profondeur de 300 mètres et que les carottes récoltes en ces points nous ont fourni des teneurs moyennes respectives de 8,50 % et 8,70 % de CO_2, soit environ 19 % de carbonates de chaux et de magnésie. Ajoutons également que le n° 94, recueilli encore plus avant dans le lac, à 308 m de profondeur, présente au niveau de 36 cm une couche sableuse de 5 cm d'épaisseur et au niveau de 41 cm un lit épais de 3 cm de sable micacé qui aurait donc été amené jusque là par le courant du Rhône. Ce n° 94 est plus riche en acide carbonique (9,98 %).

Nous pensons que les sables rencontrés dans cette région profonde du milieu du lac y ont été amenés par de fortes crues soit du Rhône, soit de la Paudèze, soit encore de la Dranse du Chablais, dont les sables paraissent entraînés parfois loin vers le nord-est (noter sur la carte la traînée qui s'infléchit à l'est).

Le Rhône n'est pas seulement de beaucoup le plus gros affluent du lac, c'est aussi le seul dont le bassin d'alimentation possède des terrains cristallins étendus et le seul qui soit alimenté par des glaciers. Forel a montré qu'il existe un vaste delta submergé du Rhône, dans lequel le fleuve a tracé un long ravin sous-lacustre. D'après lui, tout indique un comblement progressif par les alluvions du fleuve, d'une vallée originairement beaucoup plus profonde. Ce ravin sous-lacustre est bordé par des digues latérales constituées par du sable. Un sondage de Hörnlimann a montré en un point de la digue de droite du sable lavé sans mélange de vase (1, vol. I, p. 63-65). Sur notre carte, nous avons marqué ce point par un triangle, au sud de la station 86. Le dépôt des sables sur les digues latérales du ravin se fait, comme Forel l'explique (I, p. 385), sur les bords du

courant sous-lacustre. L'eau en mouvement laisse tomber les matériaux qu'elle transportait en suspension tout au long du contact avec l'eau ambiante en repos. Il est d'ailleurs à présumer que les éminences sableuses ainsi formées se déplacent, se déforment et que le matériel est souvent remis en mouvement. Dans le ravin lui-même, les sondages faits au cours de ces dernières années ont révélé la présence de vase micacée fine. Or, il est impossible d'admettre qu'une telle vase y soit déposée actuellement par le Rhône; le courant sous-lacustre de ce fleuve, dans la région du ravin, est beaucoup trop violent pour permettre l'abandon de matériaux aussi légers. Il n'y a donc pas, au moins dans le ravin, un comblement actuel, mais au contraire une érosion d'un dépôt ancien.

Les teneurs en acide carbonique de ces sables plus ou moins micacés sont très faibles (6 à 8 % de CO_2, ce qui représenterait 14 à 18 % de carbonates). On pourrait même s'attendre à des teneurs encore plus faibles si le Rhône ne recevait des affluents torrentiels provenant de massifs calcaires (Viège du val d'Illiez, Avançon, Gryonne, Grande Eau, etc.).

Nous avons pu repérer le sable du Rhône jusqu'à la station 72, située à 16 km de son embouchure. On trouve en ce point une boue à fins lits micacés, avec une couche de sable micacé à 30 cm. de profondeur.

Les sables amenés par les rivières dont le bassin d'alimentation est calcaire nous ont réservé quelques surprises.

Devant l'embouchure de la Veveyse (station 121), nous avons trouvé un sable meuble de couleur brune à 21 % de CO_2. C'est le sable le plus riche en carbonates que nous ayons récolté dans le lac, tandis que les sables micacés du Rhône sont les plus pauvres. Ceci s'explique par le fait que le bassin d'alimentation de la Veveyse, compris dans les Préalpes médianes et externes, est surtout calcaire.

La plupart des cours d'eau qui déposent des sables dans le lac coulent au travers de régions molassiques, avec revêtement de terrains glaciaires. Les teneurs de ces sables en CO_2 sont faibles, quand la molasse traversée est gréseuse. Ainsi, au large de la Paudèze, qui a creusé la molasse rouge du Jorat, les dépôts sableux sont pauvres en CO_2 (nº 14: 7,36 %). On a vu précédem-

ment que les sables de la Paudèze paraissent être transportés fort loin dans le lac lors des crues de ce torrent. Les sables sont abondants le long de la côte entre les embouchures de la Paudèze et du Châtelard. Ils sont plus purs et plus compacts au large de la côte qu'à proximité de celle-ci.

Devant l'embouchure de la Paudèze (station 15, profondeur 111 m), le sable est intercalé en lits dans les boues stratifiées et le dépôt a une teneur moyenne de 11 % de CO_2. Plus au large (station 14, profondeur 285 m) le sable est plus grossier et plus jaune, il occupe presque tout le volume, et la teneur moyenne en CO_2 s'abaisse à 7,50 %. La pente étant très forte dans cette région, il semble que le sable glisse et se dépose en des points plus éloignés de la rive, ou que l'eau du torrent se précipite rapidement vers les grandes profondeurs, entraînant avec elle le matériel qu'elle charrie.

Aux embouchures de la Venoge et du Boiron dans le Grand Lac, de l'Hermance dans le Petit Lac, les dépôts sableux ont une teneur de 10 à 12 % en CO_2. Les sables de la Promenthouse sont plus riches en carbonates et viennent prendre rang après ceux de la Veveyse, avec 18 %. Dans le golfe d'Yvoire, le Foron dépose des sables assez calcaires (15 à 16 % de CO_2). Enfin, dans le Petit Lac, la Versoix forme des dépôts sableux à 14-15 % d'anhydride carbonique.

B. *Boue grossière.*

Les grains dont sont composés les boues grossières ne sont souvent que de simples aggrégats de grains plus fins qui se sont consolidés *in situ*. Les boues grossières se déposent principalement dans les deltas, autour de la zone des sables. Elles sont généralement plus riches en carbonates que les sables.

Ainsi, le delta immergé de la Dranse montre latéralement une transition graduelle des sables aux boues sableuses, puis aux boues grossières, et une augmentation parallèle de la teneur en acide carbonique. Cette augmentation se traduit sur la carte par les deux lobes que décrivent de chaque côté du delta les courbes de teneurs égales. Les échantillons les plus riches en

CO_2 de cette région du lac ont été rencontrées à l'ouest et à l'est du delta (stations nos 168, 169, IX F et 107, avec une teneur moyenne de 19 %). Cette forte teneur correspond très probablement aux dépôts calcaires grossiers effectués en hautes eaux à l'endroit où le courant de la Dranse est considérablement réduit à son entrée dans le lac, c'est-à-dire sur les bords du delta. En avant de ce dernier, la teneur en carbonate de chaux diminue car ce sont les alluvions argileuses, plus légères, qui se déposent là.

Le contraire a lieu en avant du delta du Rhône, où les alluvions fines sont plus calcaires que les alluvions grossières, ce qui correspond bien à ce qu'on sait de la géologie du bassin d'alimentation.

Les boues grossières sont fréquentes devant la Côte (Grand Lac occidental) et dans le Petit Lac. Une partie des boues blanchâtres du type E ne sont que des boues grossières contenant d'abondants débris de coquilles ou même des coquilles entières.

C'est donc parmi les boues grossières que l'on trouve les dépôts les plus riches en carbonates.

C. *Boues fines, homogènes ou indistinctement stratifiées.*

Répandues dans toute la région centrale et occidentale du Grand Lac, et dans une bonne partie du Petit Lac, ces boues représentent des dépôts effectués tranquillement, à l'abri de l'influence perturbatrice des cours d'eau.

L'alluvion à grains fins, très légère, reste longtemps en suspension, subit fortement l'effet de la dissolution tant par l'eau que par l'acide carbonique et va se mêler, lorsqu'elle peut se déposer, à la vase impalpable des parties profondes du lac. La teneur moyenne en CO_2 de ces boues est d'environ 10 % dans le Grand Lac, mais il y a des points plus pauvres au large, entre Morges et Lausanne, et aussi en plein lac sur la ligne approximative Aubonne-Thonon (stations 178 et 179). Dans le Petit Lac, les boues fines non stratifiées donnent en général, à l'analyse, de 13 à 14 % de CO_2.

Pour en revenir à la Dranse du Chablais, on peut voir sur la

carte que les limons fins de cette rivière occupent une aire étendue et sont emmenés très loin de l'embouchure. Leur teneur en carbonates diminue avec cet éloignement et la limite de leur extension est tracée, en gros, par la courbe des teneurs de 11 %. De toutes parts, les dépôts fins de la Dranse sont entourés par les boues impalpables non stratifiées, dont les teneurs en CO_2 oscillent entre 8 et 11 %. A l'ouest de cette limite, on remarquera que le point 165, cependant peu éloigné de la côte, n'accuse que 9,50 % de CO_2.

D. *Boues fines bien stratifiées.*

Comme nous l'avons dit, ce type de vases occupe une vaste région du Grand Lac, au nord de la zone micacée du Rhône, entre Chillon et St-Sulpice. Mais on retrouve des boues analogues en quelques endroits situés dans la partie sud-est du Grand Lac, aux stations 74, 75, 76.

Enfin, la partie nord-orientale du Petit Lac offre une région assez étendue où les dépôts sont du même genre.

Ces sédiments du type D montrent, tant à l'état sec qu'à l'état humide, des alternances de couches grises, épaisses en général de 3 à 4 mm, et de couches plus minces (1 à 2 mm) de couleur gris foncé ou brune; les bandes minces foncées sont le plus souvent horizontales, mais parfois onduleuses.

Les boues fines rubanées du lac de Genève sont bien différentes des boues rubanées signalées par Hummel dans le lac de Constance et par Nipkow dans le lac de Zurich (3, 4). Mlle Coit leur a réservé une place importante dans sa publication. Elle arrive à la conclusion que chaque paire de couches représente la stratification d'une année; les bandes plus fines et plus foncées sont déposées pendant l'hiver, les couches grises siliceuses ou micacées, plus grossières et plus épaisses, pendant l'été. Ce sont des *varves*.

Il y a sans doute une différence de composition chimique entre les couches d'été et les couches d'hiver, mais elle n'a pas encore été déterminée.

La présence, déjà constatée par notre prédécesseur, et confirmée par des sondages ultérieurs, de boues finement stratifiées

dans la partie nord-est du Petit Lac est plus difficile à expliquer. Ici, il ne s'agit plus d'un mélange de vase micacée et d'argile, mais d'une boue fine, de texture généralement homogène, avec des couches plus claires, irrégulièrement réparties, dont on compte de une à quatre par centimètre. Ce sont les sédiments les plus pauvres en acide carbonique du Petit Lac (10 ou 11 % de CO_2); ils se trouvent à une profondeur moyenne de 60 mètres. Leur formation semble indépendante de l'action des organismes.

Mlle Coit fait remarquer que la variation verticale de la teneur en carbonate de chaux est presque nulle dans les échantillons 20, 45 et 36. Le n° 20 est indistinctement stratifié et provient du Grand Lac, le n° 36 n'est pas stratifié. Nous ne retiendrons donc que le n° 45. Celui-ci n'est nullement uniforme. Mlle Coit note à 14 cm de profondeur une couche sableuse qui abaisse la teneur de $CaCO_3$ à 42,4 %, alors qu'elle a trouvé 46 % à la surface et 47,8 % à 33 cm. Or, nous avons mesuré à 10 cm 20,9 % seulement et la teneur moyenne donnée par la méthode de dosage plus précise de MM. Wenger et Gysin n'a été que de 23,8 %. Les trois niveaux analysés par Mlle Coit étaient donc particulièrement riches et la proportion de carbonates dans cet échantillon varie du simple à plus du double.

Disons, en passant, que la carotte n° 36, citée plus haut, est à la vérité extraordinairement homogène, puisque les teneurs en carbonates (soit teneurs en $CO_2 \times 2,27$) sont les suivantes: à la surface, 31,5 %; à 13 cm, 31,8 %; à 28 cm, 31,9 % (Mlle Coit); teneur moyenne obtenue avec le nouvel appareillage, 31,3 %. Mais cet échantillon n'appartient pas, nous l'avons vu, aux boues stratifiées; il est du type C.

Mlle Coit laisse à entendre (5, p. 63) que les boues rubanées n° 20 et 45 du Petit Lac seraient soumises à une oxydation due aux courants. Nous croyons également que les courants qui existent dans la région de la barre de Promenthoux doivent jouer un rôle prédominant dans la formation de ces boues stratifiées pauvres en carbonates. On remarquera que sur la Barre de Promenthoux elle-même, les teneurs sont plus élevées qu'à l'est et à l'ouest. Elles décroissent progressivement dans ces deux directions. La barre correspond, au moins en partie,

à la moraine sous-lacustre d'Yvoire, mentionnée par Forel, et dont les blocs erratiques sont bien connus des pêcheurs.

Sur le versant du Grand Lac, le sondage n° 20 a livré une boue jaunâtre « oxydée », contenant des fragments de granite et 14 % de CO_2; plus à l'est, au large d'Yvoire, nous avons recueilli deux carottes d'une marne jaune, compacte, plastique et gluante à l'état humide, avec une coupure luisante à l'état sec; elle contient quelques débris de coquillages qui expliqueraient la teneur assez élevée de 12,5 % en CO_2. En ces deux stations, la moraine est évidemment dénudée. Le courant qui se dirige du Grand vers le Petit Lac, non seulement empêche tout dépôt en ces points, mais encore doit éroder l'argile glaciaire et la transporter précisément dans la région orientale du Petit Lac, où la sédimentation a lieu à l'abri de l'influence de la rivière Promenthouse.

E. *Boue blanchâtre très calcaire.*

Celle-ci est localisée dans le Petit Lac et en quelques points devant la côte nord du Grand Lac, « où la vase calcaire forme une zone en continuation de celle du Petit Lac » (5, p. 66).

La boue blanchâtre du type E est généralement assez grossière et se forme à peu de distance de la côte et à faible profondeur. Mlle Coit (5, p. 63) a déjà publié des résultats et des conclusions concernant ce dépôt. Nous renvoyons le lecteur au texte original. Sans correspondre exactement à la *craie lacustre*, cette boue contient cependant parfois de la calcite cristallisée en rhomboèdres, ainsi qu'il ressort des examens microscopiques effectués par Mlle Coit (notes manuscrites) et par M. Edouard Paréjas, qui poursuit l'étude pétrographique des sédiments du lac; c'est le cas en particulier pour l'échantillon recueilli à la station 45.

D'autres fois, on peut observer toute la transition entre les coquilles entières et la calcite recristallisée « n° 37. Ground mass of calcite and argillaceous matter. Organic calcareous material in all stages of dissolution between perfectly preserved shells and patches of granular calcite recrystallized in place of the dissolved shell ». Cet échantillon n° 37 est précisément celui qui nous a donné la plus forte proportion de carbonates

de tous les sédiments du lac (teneur moyenne en CO_2 31,65 %, ce qui représenterait environ 72 % de $CACO_3$); mais des proportions plus élevées encore (85 % de $CaCO_3$) ont été rencontrées par notre prédécesseur et par nous-même à certains niveaux dans quelques-unes de ces boues.

Une précipitation chimique du carbonate de chaux dans quelques lacs français et dans le Léman a été soupçonnée par Delebecque (2, p. 99). De la calcite secondaire a été observée ultérieurement dans le plancton des lacs de Zurich (Nipkow) et de Constance (Schmalz). Pour Hummel (3), les fortes teneurs en $CaCO_3$ constatées dans certaines boues du lac de Constance proviennent avant tout de la libération par les algues flottantes, en été, de particules calcaires, sous l'effet de la sursaturation dans les couches d'eau superficielles bien ensoleillées. La quantité de calcite ainsi libérée devrait être à peu près de même ordre dans toutes les parties du lac par unité de temps et de surface. Mais les cristaux formés à la surface sont de nouveau dissous en grande partie pendant leur chute. Aussi la teneur en $CaCO_3$ diminuerait-elle avec la profondeur de la station, malgré la rareté ou l'absence de matériel terrigène. Certaines plantes, et notamment les prairies de Chara, contribuent, d'après Hummel, à enrichir en $CaCO_3$ la zone immédiatement côtière.

La libération de calcite par les algues a certainement lieu dans le lac de Genève, bien que ce phénomène n'y ait pas encore été signalé à notre connaissance. Il est intéressant de noter que, dans le Petit Lac, un autre phénomène paraît intervenir. La sursaturation et la précipitation secondaire de cristaux de calcite y semble liée à l'existence, en eau peu profonde, de certains dépôts extrêmement riches en coquilles de mollusques, entières ou fragmentaires.

En définitive, on peut dire que la nature fortement carbonatée d'une grande partie des sédiments du Petit Lac est due au développement des organismes. Ce développement est lui-même dû à l'existence de hauts-fonds étendus. Sans l'activité des organismes, le Petit Lac présenterait sans doute des dépôts faiblement carbonatés, puisqu'il occupe un bassin molassique à couverture glaciaire et puisqu'aucun de ses affluents ne prend sa source en terrain essentiellement calcaire.

F. *Boue micacée.*

Le mica provient soit des apports du Rhône, soit des grès micacés de la molasse et se rencontre par conséquent en de nombreux points du Grand Lac et du Petit Lac. Nous avons déjà parlé de l'extension et de la teneur moyenne en CO_2 des vases micacées du Rhône et n'y reviendrons pas; le mica charié par le fleuve parvient jusqu'au centre du lac, entre Ouchy et Evian (nos 104 et 74). Cette dernière station se trouve à 23,5 km de l'embouchure du Rhône.

Au large des embouchures de la Paudèze et du Flon, on rencontre une boue fine à lits de mica. Dans le sable de la station 194, nous notons du mica amené par la Venoge. Celui que nous avons trouvé au point 175 provient de la molasse traversée par le Boiron.

L'absence de mica dans la région de l'embouchure de la Promenthouse coïncide avec la teneur élevée en carbonates des sables de cette rivière. Ceci s'explique par la rareté des affleurements molassiques dans le bassin d'alimentation de cette rivière et par l'abondance des éléments calcaires jurassiens dans les moraines et le fluvio-glaciaire de ce même bassin.

Au nord de cette région, nous trouvons de nouveau du mica aux points 151 et 152. Ce minéral provient vraisemblablement de la molasse micacée de la Côte.

La présence de mica aux points 161 et 162, situés au centre du Petit Lac, est plus difficile à expliquer. Il se pourrait, dans ce dernier cas, que l'origine du mica fût à chercher dans un affleurement sous-lacustre de molasse. En effet, à la station 28, la sonde a rencontré de la molasse bleuâtre et friable à la surface, dure à la base de la carotte; la profondeur en ce point n'est que de 7 à 8 mètres; il constitue probablement le sommet du « Haut Mont », où la molasse est donc apparemment dénudée et érodée. D'autre part, la molasse est visible sous l'eau entre Hermance et Anières.

Enfin, dans le golfe d'Yvoire, sur la côte sud du Grand Lac, le ruisseau du Plamphiot apporte du sable micacé provenant des Allinges, colline molassique. *(A suivre)*