

# RAPPORTS HYDROLOGIQUES

Vol. I.

1918.

No. 3.

**M. Eugène de Cholnoky: Hydrographie du lac Balaton.** (Résultats des recherches scientifiques sur le lac Balaton. I. vol.: Géographie physique du lac Balaton et de ces alentours. 2. partie.) 316 pages, 7 planches et 165 fig. dans le texte. Avec les secours des Ministères pour l'Agriculture, pour les Cultes et l'Instruction publique, — de M. le Magnat ANDRÉ DE SEMSEY, — de feu M. le Baron CHARLES HORNIG cardinal et évêque de Veszprém; édité par la Société Géographique Hongroise; en commission chez le libraire univ. FR. KILIÁN. Imprimé chez V. HORNYÁNSZKY en gr. 8. Budapest, 1918.

Avec cette œuvre récente de M. DE CHOLNOKY les connaissances en géographie physique du lac Balaton ont atteint leur comble. L'auteur y traite du lac nommé dans le sens le plus étroit. Il décrit la cuve du lac et son bassin d'affluence, s'occupe surtout profondément de la rivière Zala, puis de l'écoulement du lac formant le ruisseau Sió, ainsi que des travaux de régularisation par rapport à ces constituants hydrographiques. Aussi y sont expliqués les formations des bords du lac Balaton d'une manière nouvelle.

Bien sûrement cette monographie détaillée de l'hydrographie du Balaton n'est pas seulement une lecture intéressante jusqu'au bout, mais elle est encore écrite dans le même beau style hongrois qui rend chaque œuvre de M. DE CHOLNOKY si agréable à lire. Le plus grand mérite de l'auteur, et ce qui augmente pas moins la valeur de son œuvre est, qu'il éclaircit ses définitions presque constamment d'un point de vue géologique, quoique il semble prêter çà et là trop d'importance à ces phénomènes. Ainsi, selon mon impression, un rôle un peu exagéré y est attribué à la force déblayante des vents dans la formation des vallées et des bassins. Aussi faut-il louer en particulier les dessins, les photographies et diagrammes intéressants qui complètent abondamment le texte. Il m'est pourtant impossible de ne pas reprocher à l'auteur d'avoir en générale déformé ses coupes en les rehaussant d'une manière qu'elles montrent des proportions contraires à la vérité. Les figures 22. et 23. par exemple, qui représentent la coupe transversale du détroit de Tihany, ou encore la figure 61. donnant une pareille de la vallée du ruisseau Gyöngyös, vont éveiller des idées toutes fausses sur les véritables proportions de ces formations. Souvent de tels rehaussements démesurés pourront être évités ou au moins adoucis; avec un double ou triple rehaussement le but serait atteint à-peu-près toujours, sans falsifier l'aspect naturel.

Cela à part l'auteur traite ses sujets d'une manière si détaillée et les appuie d'autant de dates précieuses qu'aucune œuvre hydrographique ne pourrait s'en vanter de pareilles. Les résultats déduits de cet amas de données ainsi que des expériences personnelles de l'auteur, et non pas moins le grand nombre des idées originales décélant un esprit spéculatif enclin à des observations après que

des conclusions justes. tous ces avantages font de la monographie hydrographique de M. DE CHOLNOKY un vrai enrichissement de la littérature scientifique mondiale.

La substance de l'œuvre en question peut être rendu abrégativement comme s'ensuit :

Les alentours du lac Balaton étaient déjà habités aux temps des Césars romains. bien qu'aucune notice écrite ne nous est parvenu sur ce sujet. Pendant la bâtisse du chemin de fer entre Siófok et Mocsolád les sousbasements d'une digue romaine furent déterrés, et ainsi il n'est que trop vraisemblable que dès-lors les Romains eussent pensé à la régularisation du lac Balaton. Le long du bord devait conduire une route principale de Mogentia (= Fenék de nos jours) à Aquincum. Le grand nombre des anciens domiciles autour du lac prouvent aussi que les Romains s'occupaient plus du Balaton que n'en font mention leurs écrivains contemporains. Le château d'eau de Zalavár, bâti au IV<sup>e</sup> siècle par les Romains et restauré sous le prince slave Privina au IX<sup>e</sup> siècle, prouve qu'à ce temps la partie inférieure de la rivière Zala était navigable ce qui est confirmé par le rôle éminent que jouait dans ces temps passés le trajet de Mogentia. Les marais Nagyberek et Bogláríberek s'unissaient plus étroitement avec le lac et, selon les trouvailles de l'âge du bronze, les dunes s'étendaient plus loin dans les baies qu'à présent. Ces bords sudestes du lac, actuellement bien développés, devaient être aux temps romains impraticables. Sur le côté opposé dans la grande baie entre Ederics et Badacsony le lac y remontait peut-être jusqu'à Tapolca en ceindrant de sa nappe d'eau l'îlot du mont Szentgyörgy.

Quant à l'étendue ancienne du Balaton nous n'en avons de dates écrites que depuis 1660. Entre celles les plus authentiques sont contenu dans le manuscrit anonyme intitulé: «*Descriptio fluvii Sió et lacus Balaton etc.*» avec une carte ajoutée, traitants de la régularisation du ruisseau Sió et du lac en question. Cette description fixe la longueur du Balaton à 36,000 aunes, sa largeur moindre à 600, et la plus grande à 8000 aunes, tandis que la profondeur dans le détroit de Tihany mesure 4½ aunes. Lemême acte contient en outre des résultats de mesuréments faits p. e. sur la quantité d'eau des affluants, etc., résultats qui se rapprochent fort de la réalité. Hors les rapports objectifs à l'égard des crues du Balaton, le manuscrit développe encore trois différents projets de régularisation. Ici M. DE CHOLNOKY démontre que la carte du Balaton, dont une copie se trouve encore dans l'archive des comtes Hunyadi à Kéthely et une autre dans l'archive de la ville Veszprém sous le nom de S. KRIEGER n'est que le supplément du projet manuscrit susdit, ainsi que ce dernier doit aussi dériver du même auteur. Les projets de régularisation auront été issu — en conséquence — dans l'année 1776, simultanément avec celui gardé dans l'archive Hunyadi et signé par KRIEGER.

Au tiers du XVIII<sup>e</sup> siècle les résultats de KRIEGER sont ensévéli dans l'oubli. Donc le «*Panorama der Österreichischen Monarchie*» de HARTLEBEN présente des données tout-à-fait fausses par rapport aux mesures du lac, et semblables sont celles d' A. FÉNYES de l'année 1842.

En 1867 D. M. MEISSNER publie les résultats des mesuréments exécutés par les ingénieurs des Chemins de fer du Sud. Ils offrent des chiffres plus précis sur l'étendue du Balaton et lesquels restent nos plus authentiques données jusqu'aux

travaux de la Commission du Balaton entrepris en 1891. Dans l'intention de cette Commission la Section Hydrographique du Ministère pour l'Agriculture vient d'effectuer entre 1891 et 1897 les levés minutieux du bassin lacustre entier. Les observations bathymétriques sont coordonnées à 35 points cardinaux de première et 7 de seconde ordre, ainsi qu'elles peuvent être regardées comme absolument exactes.

Telles furent les prémisses des recherches hydrographiques entreprises par l'auteur.

Le Balaton est le plus grand lac de l'Europe occidentale, s'étendant entre les longitudes  $18^{\circ} 10' 28''$  et  $17^{\circ} 14' 58''$  à l'est de Greenwich (=  $35^{\circ} 50' 5''$  et  $34^{\circ} 54' 35''$  de Ferro) et les latitudes  $46^{\circ} 42' 6''$  et  $47^{\circ} 3' 50''$  nord. La plus longue ligne droite comme diamètre peut être tirée du bord devant le Castrum romain de Fenék jusqu'au point opposé à l'entrée chez Akarattya et elle mesure 77,180 m, distance signifiant en même temps la longueur du lac. Les largeurs peuvent être exprimées en proportions de cette ligne.

Les effondrements qui se sont produits le long des cassures tectoniques et qui caractérisent toute cette région montagneuse, ont fortement influencé le développement du bassin lacustre. Celui s'étend dans la dépression d'une cassure principale laquelle peut être suivie des montagnes Uskok et Sljeme à travers le Bakony et Vértes jusqu'aux monts de Buda. C'est pourquoi que la forme du lac n'est pas unie, mais doit être regardée comme le produit de plusieurs bassins contigus. Il en suit que les bords du lac ne sont pas toujours nettement circonscrits. Devant Balatonvilágos, Kenese et Füzfő des falaises montent à pic jusqu'à une hauteur de 30—80 mètres avec des bancs étroits à leur pied. Les bords nordouest, au contraire, sont d'autant plus variés. Ici les bancs situés à fleur d'eau ont des contours irréguliers et forment une bande plate ne s'élargissant que dans les baies où, toute recouverte de roseaux de marais, elle s'efface imperceptiblement sous les ondes du lac. Dans une hauteur moyenne de 40 mètres un banc supérieur se détache des pentes en forme d'une terrasse composée de roches solides paléozoïques. Les eaux courantes s'enfoncent dans ce banc et forment des ravins à l'aspect d'entailles.

À l'ouest d'Akali les monts et ses terrasses s'écartent pour encadrer la baie de Zánka et pour se rapprocher encore une fois de la nappe d'eau dans l'angle sudest de cette plaine basse.

Dans la baie de Szigliget un nouveau changement des bords s'offre en présence des volcans basaltiques s'élevant en îlots. À cet endroit le banc inférieur, complètement envahi par l'épaisseur des roseaux, est partout marécageux et ne permet guère une distinction exacte des bords du lac. Les monts de Keszthely renouvellent dans les alentours de Balatonyörök et Ederics l'aspect à doubles bancs des contrées précédentes. Dans le secteur entre Keszthely et Fenék les bords du lac s'allongent en ligne droite en vertu d'une de ces crêtes si caractéristiques dans le comitat Zala.

Les bords méridionaux du Balaton, du côté du comitat Somogy, sont beaucoup plus uniformes que les susdits. L'auteur en discerne deux types, dont l'un est celui des bords escarpés, prédominants entre Berény et Keresztúr, ainsi

que devant Fonyód, Faluszemes, Szárszó, Földvár et Zamárdi. L'autre type représente les bords aux barres de sable, en détachant du lac des baies marécageuses comme celles du Nagyberék ou du Lelleiberek. Aussi à cause de ces marais la vraie étendue du lac n'est pas à déterminer exactement. Fondé sur les levées planimétriques de M<sup>LE</sup> M. BALOGH, M<sup>M</sup>. J. SÓBÁNYI, F. VÁNYI, G. VARGHA et de l'auteur la surface du Balaton peut être évaluée le plus approximativement à 597 kilomètres carrés. Selon les rapports anciens, la partie du lac nommée Kisbalaton devait représenter au paravant une nappe d'eau beaucoup plus grande jusqu'à que les travaux de régularisation commencés en 1829 et terminés il-y-a peu de temps n'ont réussi de faire écouler les eaux de la rivière Zala ainsi que celles du Kisbalaton. La carte construite en 1776 par KRIEGER représente encore l'embouchure de la Zala sur une largeur de 1800 m. Actuellement le Kisbalaton, s'amointrissant peu à peu sous l'action du dessèchement, ne peut plus compter comme partie intégrante du lac. D'après les sondages de la Section Hydrographique la profondeur moyenne du Balaton se porte à 3 mètres. Aussi le fond de sa cuve est presque plat. Ses plus grandes dépressions se trouvent dans la proximité des bords méridionaux.

Tandis que sur le côté septentrional les bords submergent rapidement mais deviennent bientôt plats, sur le côté sud au contraire les bords sont jusqu'à  $\frac{1}{2}$  kilomètre peu penchés et s'abaissent tout à coup jusqu'aux plus grandes profondeurs de 4 mètres. On peut distinguer trois niveaux dans la cuve du lac, qui sont : un niveau de déflation, un niveau du fond et un de l'abrasion.

L'auteur déduit des traces géologiques qu'en temps préhistoriques le niveau du lac a subi plusieurs variations. Pendant une de ses crues l'eau s'est freint un découlement dans le Danube en se taillant la large vallée du Sió. Entre Tihany et Szántód un gouffre de 11 mètres s'étend en forme semi-lunaire, probablement l'effet de courants à directions alternantes. Des eaux rapides presque fluviales ont dû creuser ce fossé longitudinal.

Le bassin d'affluence du Balaton mesure 5147·34 km<sup>2</sup> dont la plus grande partie — 2570·89 km<sup>2</sup> — appartient au comitat Zala, la plus petite — 35·79 km<sup>2</sup> — au comitat Veszprém. La région montagneuse absorbe 1086·64 km<sup>2</sup>, le comitat Somogy enfin 1454·02 km<sup>2</sup> du total.

Après avoir donné une description détaillée des lignes de séparation hydrographiques, l'auteur fait la revue des affluents du lac. De Füzfő jusqu'à Aszófő les régions hydrographiques sont en pleine concordance avec la structure tectonique. Quatre lignes dominent les ruisseaux du bassin. La première est en même temps la principale marge de séparation entre le lac et le ruisseau Eger : la seconde est définie par les limites du calcaire à Tridentinus.

La péninsule Tihany ne contribue pas beaucoup à la masse d'eau du Balaton. L'écoulement artificiel de son petit lac extérieur n'en fournit que peu, tandis que le plan marécageux, nommé le lac intérieur, n'a aucun écoulement du tout. À l'égard de l'origine de ces deux dépressions la théorie de M. DE CHOLNOKY s'oppose à l'interprétation de M. L. DE LÓCZY. Tandis que ce dernier savant les considère comme des bassins barrés par des matières volcaniques, l'auteur les attribue à l'effet de la déflation.

Hors les eaux originaires de la depression de Pécsely, il se trouve à peine un affluent remarquable entre Aszófő et Akali. La grande plaine d'abrasion entre Akali et Zánka est relativement aride. D'Akali à Badacsony il n'y a que les ruisseaux de Zánka et Burnót qui nourrissent notablement le Balaton.

La principale région d'affluence est la baie de Szigliget. Ici le ruisseau Éger, dont le vallon est d'origine tectonique et riche en eau, remonte jusqu'à la périphérie du Kisalföld. M. DE CHOLNOKY nous donne une description classique de l'hydrographie de ce ruisseau, tout en coordonnant les circonstances orotectoniques. Entre Szigliget et les montagnes de Keszthely les ruisseaux Világos, Tapolca et Lesence parcourent la plaine large de 3 km. La plus intéressante de ces trois eaux est la source thermique de Tapolca, laquelle jaillit avec une température de 16°C d'un plateau en calcaire sarmatique. Ses eaux, en quittant le petit lac formé autour de sa sortie du rocher, immédiatement font aller un moulin, puis débordent rapidement dans la plaine. Ce bassin d'affluence a ses limites septentrioneaux sur la crête en dolomie qui rattache les monts basaltiques Dabasi-erdő, Agártető et Sümeg. La crête dolomitique représente, selon M. DE CHOLNOKY, une localité par excellence classique pour démontrer l'effet déblayant des vents. L'auteur attribue le système de sillons qui caractérisent ces collines aux vents du NNW; et il va plus loin encore en déclarant la plaine entre Tapolca et Keszthely pour un immense sillon de déflation, où les groupes de montagnes basaltiques sont restés les témoins en forme d'îlots et prêtent au paysage son aspect si pittoresque. Aussi doit ce grand sillon s'étendre probablement à-travers les fonds du Nagyberék jusqu'à la vallée de la Dráva.

Les ruisseaux prenant leur origine des montagnes de Keszthely aboutissent aussi dans le Balaton. Leur gros se rassemble dans les bas-fonds de Zsid et Vindornya et descendent le long d'une vallée commune pour se décharger dans le Kisbalaton. Fort remarquable est dans cette région la magnifique source thermique de Héviz, laquelle fournit à peu près continuellement 600 l. d'eau à la seconde.

Le plus spacieux bassin d'affluence du Balaton est celui de la rivière Zala, dont les sources se rapprochent presque à 20 km. de la frontière occidentale du pays. L'auteur en décrivant ce bassin y applique les données orotectoniques ainsi que l'abrasion et la déflation. Entre autres son attention est portée sur des fractures parallèles à la vallée de la Rába, puis sur l'orientation invariable dans la direction NS des vallons à travers les comitats Zala et Somogy, en les attribuant autant à des déplacements horizontaux qu'à l'action des vents NNW.

Le système hydrographique de la rivière Zala se partage en trois secteurs, soit un inférieur, un supérieur et le secteur du Kisbalaton. Aussi représente elle le type d'une rivière décapitée, puisque son écoulement s'accomplissait d'abord dans la vallée de la rivière Marcal jusqu'à un temps où l'effondrement du lac Balaton l'avait détourné vers le Sud dans un des fossés creusés à force des vents. Dans l'enrue du Kisbalaton se sont conservés les plus belles terrasses, mais qui se perdent en amont de la vallée principale à cause du lit fluvial moins entaillé. Le secteur du Kisbalaton, jadis si romantique, est déjà totalement régularisé. A ses eaux contribuent hors la Zala les canaux des ruisseaux Határárok, Héviz

et Cölömpösárok. De même manière la grande depression du Nagyberek, située au Sud du Balaton, subit une régularisation successive. Ses eaux partagées auparavant entre plusieurs canaux, découlent à présent par une seule tranchée dans le Balaton.

Sur les bords méridionaux du lac il n'y a que les marais de Boglár et Lelle qui lui contribuent une quantité médiocre d'eau. Au-delà de Zamárdi il manque presque littéralement toute affluence. Dans le comitat Veszprém, hors les sources d'Aliga et le ruisseau de Kenese, aucune eau ne se jette dans le lac.

Très instructives sont les données relatives à la quantité d'eau se déchargeant dans le Balaton. M. DE CHOLNOKY entreprit à 6 reprises des measurements en égard aux rendements des affluants du lac, et ces observations furent exécuté (entre 1894 et 1900) tant pendant les crues hautes des printemps que durant les étiages des fin-d'étés. Il y résulte que seul la rivière Zala décharge presque autant d'eau que tous les autres ruisseaux ensemble.

Les trois principaux bassins d'affluence montrent les relations suivantes:

Bassins d'affluence	Etendues en km <sup>2</sup>	Quantité moyenne des eaux décollées à la seconde
Rég. montagneuse . . . . .	1360·23	4949
« de Zala . . . . .	1904·85	4632
« de Somogy . . . . .	1881·76	5117
Total . . . . .	5146·84	14698

Malgré la plus grande étendue du bassin d'affluence de la Zala, il décharge relativement la moindre quantité d'eau. En admettant que 4784 litres à la seconde soit le déchargement moyen de la Zala, chaque km<sup>2</sup> des trois bassins y contribue de sa part comme suit:

Région montagneuse . . . . .	3·64 litres à la sec. par. km <sup>2</sup>
« de Somogy . . . . .	2·72 « « « « «
« de Zala . . . . .	2·51 « « « « «

D'après les données de M. BOGDÁNFY la précipitation annuelle moyenne monte à 600 mm dans la région montagneuse et de Somogy, tandis qu'à 650 mm dans le bassin de la Zala, ainsi que:

Bassins d'affluence	Précipitation annuelle en m <sup>3</sup>	Décollage annuel en m <sup>3</sup>	Quantième de la précipitation
Région montagneuse . . . . .	816.000.000	156.070.000	0·191
« de Somogy . . . . .	1,129.200.000	161.370.000	0·143
«   de Zala . . . . .	1,238.250.000	150.870.000	0·123

Puis l'auteur cite les observations de la Sektion Hydrographique faites à l'échelle de Zalaapáti du juillet 1902 jusqu'à la fin de 1913. Il y résulte que le niveau de la Zala change assez irrégulièrement. Les hauteurs de niveau et les données ombrométriques montrent peu de congruence et le déplacement des minimums comme des maximums varie en sens opposé. M. DE CHOLNOKY parvient aussi à la conclusion que les précipitations atmosphériques doivent subir

une perte qui atteint son maximum en été et son minimum en hiver, ce qui ne pourrait être autre chose que l'évaporation.

Le ruisseau Sió, comme seul découlement du Balaton, est probablement d'origine peu ancienne. Des traces tectoniques démontrent que d'abord le ruisseau Kabóka devait être le ravin principal auquel le Sió s'est joint postérieurement.

Le niveau du lac dépend de la coïncidence de plusieurs phénomènes. Les pluies, la rosé s'abattant au large, des sources clandestines, les affluants, l'évaporation et enfin l'absorbition souterraine sont les causes des variations extraordinaires du lac. Avant la régularisation du Sió ces variations furent beaucoup plus excessives et il nous sont resté encore des témoignages de crues anormales en des temps historiques. La plus grande hauteur connue des ondes montait en 1827 à 3·26 m au-dessus du zéro à l'échelle de Siófok. Là le niveau du lac est continuellement enregistré en moyenne de 5 à 5 jours depuis 1863 jusqu'à-présent. Il y résulte que les crues du lac retournent dans chaque année en avril ou en mai tandis que ses étiages en octobre et novembre. Leur différence peut être évalué a 40—50 cm. Pourtant des hauteures catastrophales n'arrivaient qu'entre 1879 et 1881, puis nouvellement en 1915/6. Un étiage exceptionnel fut signalé en 1860.

Il suit une étude de l'historique des régularisations effectuées sur le lac Balaton et le Sió. Mention est faite du premier projet de régularisation laquelle dérive probablement de SAM. KRIEGER de l'an 1776. Les travaux ne furent entamé sur le Sió qu'en 1847, mais à cause des temps inquiets qui suivirent, une fois interrompus, ils n'étaient achevé qu'en 1902, lorsque le canal avait gagné une largeur pour y laisser découler 24 m<sup>3</sup> à la seconde. Récemment ces travaux ont recommencé avec le but d'élargir le lit du canal à le rendre navigable avec une capacité d'eau jusqu'à 50 m<sup>3</sup>. Ainsi toute chance est donné à une régularisation finale du lac même.

Le dernier chapitre de la monographie en question est consacré à une description des formations litorales du Balaton. Les vagues poussé par les vents NNW et W prédominants font grand ravage le long des bords méridionaux et les courants d'eau y ajoutent leur aide. Les roseaux de marais croissent dans le limon qui caractérise les bords du comitat Zala. Ces roseaux ne manquent qu'au pied du mont Badacsony, composé de couches pannoniques recouvertes d'éboulis de basalte, puis le long du bord devant Szepezd, où le sousol rocheux atteint la marge des eaux. Autour de la presque-île de Tihany, dont les matières constituantes sont des argiles et sables pannoniques, des tufs de basalte et des geysérites, les bords du lac représentent généralement des plages caillouteuses.

A l'Est et au Sud du lac il y a deux types de bords à distinguer, à savoir les unes en démolition et d'autres en accroissement. Les courants et les vagues d'eau décomposent les bords au profit du lac, comme le prouvent les falaises de Kenese, Akarattya, Fonyód, Földvár, Berény et Tihany. Leur reculement successive est dû à la désagrégation des matières meubles constituantes, et on ne parvient de garantir telles pentes qu'au moyen de plantations convenables ou de constructions architectoniques.

Les longues dunes qui séparent le Nagyberek du lac tendent au contraire à l'accroissement des bords. De pareilles dunes marginales sont représenté fort

instructivement entre Siófok et Aliga. M. DE CHOLNOKY décrit encore des exemples de dunes détruites et remaniées en démontrant les causes physiques de ce phénomène. Aussi fait-il la déduction que ces dunes marginales des bords méridionaux du Balaton prouvent pour un niveau lacustre constamment bas après de longues crues antécédantes. Encore y sont expliqués quelques formations subaquatiques des bords, comme les farillons et les rides de sable.

Finalement M. DE CHOLNOKY ajoute à son œuvre en forme de supplément le texte latin du projet de régularisation intitulé : «*Descriptio fluvii Sió et lacus Balaton etc*» par SAMUEL KRIEGER, en publiant de telle façon le plus ancien document authentique du lac Balaton.

Budapest, le 15 déc. 1918.

Rapporté par le dr. L. DE LÓCZY jun.