

Extracto da REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS E MINAS  
(Janeiro a Junho de 1920)

SEPARATA

186

186

# PAUL CHOFFAT ET LA GÉOLOGIE APPLIQUÉE

14 mars 1849 — 6 juin 1919

POR

## ERNEST FLEURY

Professeur de Géologie et de Paléontologie à l'Institut Technique  
Supérieur de Lisbonne



1920

IMPRENSA LIBANIO DA SILVA  
24, Travessa do Fala-Só, 24  
LISBOA

RC  
MNCT  
92  
FLE





Extracto da REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS E MINAS

(Janeiro a Junho de 1920)

# PAUL CHOFFAT ET LA GÉOLOGIE APPLIQUÉE

14 mars 1849 — 6 juin 1919

POR

## ERNEST FLEURY

Professeur de Géologie et de Paléontologie à l'Institut Technique  
Supérieur de Lisbonne



UNIVERSIDADE DE LISBOA

RC

1920

92

FLE

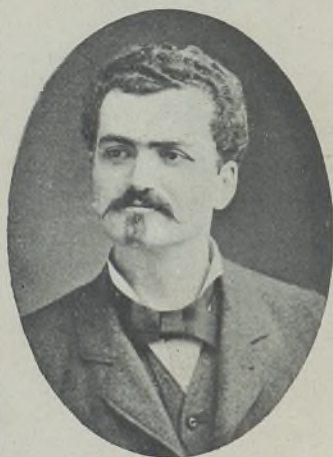
1920

IMPRESA LIBANIO DA SILVA

24, Travessa do Fala-Só, 24

LISBOA

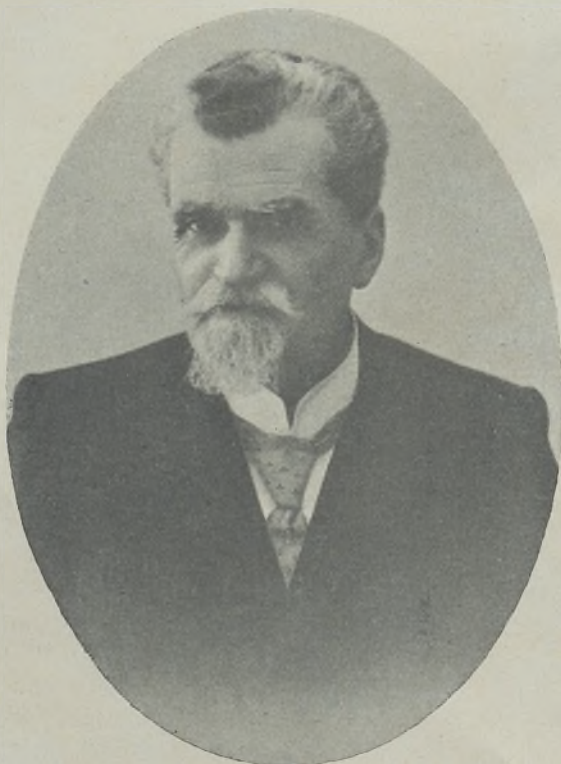
# PAUL CHOFFAT



1880



1885



1919



## Paul Choffat et la Géologie appliquée <sup>(1)</sup>

14 mars 1849 — 6 juin 1919

---

Paul Choffat appartient à la Suisse par son origine, par son éducation et par l'amour profond qu'il voua toujours à sa patrie. Il appartient aussi au Portugal puisqu'il consacra le meilleur de ses forces, plus de quarante années de sa vie, à l'étude de la Géologie portugaise.

Travailleur acharné et infatigable, il se donna corps et âme à la Science avec une persévérance et un dévouement admirables. Ses premiers travaux portent la date de 1874 et, peu de jours avant sa mort, il essaya encore de revoir quelques-uns de ses manuscrits sur les Brachiopodes et sur les Ammonites. Il s'est éteint doucement et calmement, en pleine possession de ses belles qualités intellectuelles, emporté à l'âge de 70 ans par une longue maladie de foie, qui ne lui accorda plus que quelques mois de repos depuis 1917.

Il laisse une œuvre très importante qui lui valut l'estime du monde savant.

En lui dédiant cette séance, l'Association des Ingénieurs Civils Portugais a voulu rendre un hommage public à sa mémoire, montrant ainsi qu'elle appréciait le dévouement de tous les travailleurs consciencieux, qu'ils appartiennent à la Science appliquée ou à la Science pure.

---

Léon Paul Choffat naquit à Porrentruy le 14 mars 1849 d'une vieille famille jurassienne originaire de Soubey (Jura bernois). Il eut une sœur

---

(1) Conferencia feita na Associação dos Engenheiros em 18 de Dezembro de 1919.



et deux frères plus âgés. Son père, homme énergique et d'initiative intervint activement dans la politique jurassienne ; il était préfet de Porrentruy lorsque les graves événements de 1848 l'amènèrent à donner sa démission.

Paul Choffat passa sa jeunesse dans sa famille et fit toutes ses études secondaires à l'Ecole cantonale de Porrentruy. En 1868, pour se conformer aux désirs de son père qui voulut, en homme prévoyant, « qu'il apprit un métier lui permettant de gagner sa vie », il se rendit à Besançon où, pendant trois ans, il s'initia aux affaires de banques ; il était certain de trouver à son retour une situation très enviable et brillante et pourtant, en automne 1871, il arrivait à Zurich et s'inscrivait aux cours de Chimie et de Sciences naturelles de l'Université et de l'Ecole polytechnique.

Cette évolution vers la Science pure pourra surprendre ? Elle s'explique cependant et les faits montrent qu'elle n'était pas due à un caprice mais à une décision bien arrêtée, qui fut réalisée avec une grande force de caractère.

Lorsque Paul Choffat partit pour Besançon, il ne connaissait pas encore sa véritable vocation et il était d'ailleurs lié par ses sentiments de piété filiale. Son initiation géologique était cependant déjà faite. A Porrentruy, il ne connut pas Jules Thurmann qui venait d'y mourir (1853) après avoir suscité autour de lui un véritable enthousiasme pour l'étude des Sciences naturelles et fondé la Société jurassienne d'Emulation, mais il subit l'influence de ses disciples, les professeurs Ducret et Thiessing, qui lui firent visiter les beaux gisements fossilifères de la région. La Géologie était encore en grand honneur dans le Jura avec A. Gressly, le Dr. J. B. Greppin, l'Ingénieur des Mines A. Quiquerez et bien d'autres moins connus. A Besançon, il ne se laissa pas accaparer par la finance ; il fit la connaissance de plusieurs naturalistes et géologues français, qui le présentèrent à la Société d'Emulation du Doubs. L'étudiant qui arrivait à Zurich en 1871 n'était donc pas un débutant ordinaire et, si ses brillants succès, il fut agréé privat-docent pour la Paléontologie animale en 1876, font honneur à ses maîtres de l'Université, Escher de la Linth et A. Heim, le premier sur la fin de sa belle carrière, le second à ses débuts dans l'enseignement, et aux paléontologistes Karl Mayer-Eymar et O. Heer, il ne faut cependant pas méconnaître l'influence des géologues jurassiens de Porrentruy et de Besançon, car ce sont eux qui furent ses initiateurs et le dirigèrent vers la Science.

De Zurich, Paul Choffat parcourut les Alpes et le Jura sous la direction de ses maîtres, seul ou en compagnie de quelques camarades ; avec le Dr. L. von Loczy, actuellement directeur du Service géologique de Hongrie, par exemple, il se rendit à pied à Vienne. C'est alors aussi qu'il aborda à ses frais l'étude du Jura français et que parurent ses premières publications. Il se spécialisa dans l'étude du Jurassique se



faisant très rapidement connaître comme un excellent observateur, à la fois bon stratigraphe et bon paléontologiste.

En 1878, il se rendit au Congrès international de Géologie de Paris et y rencontra Carlos Ribeiro, directeur du Service géologique du Portugal. Ces deux hommes différaient complètement de caractère et de tempérament, mais ils avaient en commun le même grand amour de la Géologie et ils devaient facilement se comprendre. Convie très aimablement par Carlos Ribeiro à visiter les terrains jurassiques supérieurs portugais dont la stratigraphie était encore fort confuse, Paul Choffat, qui souffrait d'une laryngite et devait faire un séjour dans un pays plus chaud que la Suisse, accepta l'invitation. Il partit pour le Portugal en automne 1878 avec l'intention bien arrêtée de n'y passer que l'hiver afin «d'acquérir un aperçu de la partie inférieure et moyenne de la formation jurassique et d'en étudier avec plus de détails la partie supérieure» (1) : il y resta plus de quarante ans et il vint d'y mourir.

En 1871, il quitta volontairement la finance pour aller vers la Géologie ; il vint en Portugal encore pour le même motif, quoique pourtant dans des conditions bien différentes ; il suivait les conseils de son médecin et il était attiré par ce qu'il avait appris de Carlos Ribeiro. Sa situation de fortune lui laissait une grande indépendance, mais il était très attaché à son pays et il tenait à sa chaire de privat-docent. Ce sont les richesses de son nouveau champ d'études et les travaux commencés ou entrevus, qui le retinrent constamment et de plus en plus. En 1885, N. Delgado, qui avait succédé à Carlos Ribeiro, lui faisait signer son premier contrat et lui confiait officiellement l'étude de l'ensemble des formations mésozoïques portugaises. C'est donc encore son grand amour de la Géologie qui l'amena, bien malgré lui, à accepter les ennuis de l'expatriation.

En Portugal, Paul Choffat continua sa vie studieuse de Zurich. Très méthodique et très discipliné en tout, dur pour lui-même, comme tous ceux qui se vouent à une œuvre, il vécut toujours très modestement et retiré, fuyant tout ce qui pouvait le distraire de son travail. S'il appréciait beaucoup l'amitié de quelques intimes, il cherchait cependant plutôt à restreindre ses relations, mais il fut toujours très accueillant pour tous. Avare de son temps, il ne l'était pas de sa peine. Il travaillait pour la Science, non pour l'argent, et, à une époque comme la nôtre, il ne fut pas toujours bien compris.

A Lisbonne, il se levait tôt, vers 6 heures, et passait ses journées au milieu des collections géologiques de la Commission, prenant à peine le temps strictement nécessaire pour ses repas. C'est seulement sur la fin de sa vie que son médecin put le décider à suivre un régime moins sévère.

Chaque année, il consacrait de nombreuses semaines aux travaux

---

(1) P. Choffat : *Le Lias et le Dogger au Nord du Tage*, p. iv. Lisbonne 1880.



sur le terrain et, dans les débuts de son séjour en Portugal, il fit de véritables campagnes de plusieurs mois. C'était un marcheur infatigable que rien ne rebutait, ni la chaleur du jour, ni le manque de confort des logements. Il connaissait admirablement le pays, surtout les zones post-paléozoïques qu'il avait parcourues en tous sens, à pied ou à cheval, recueillant un immense matériel d'étude, des observations, des levés géologiques, des coupes stratigraphiques, des collections aussi riches que précieuses et une belle série de photographies.

Il suivit toujours de très près le mouvement scientifique, lisant énormément et fréquentant les congrès. Il n'était pas l'homme d'une théorie ; lui-même modifia et compléta la plupart de ses travaux et il rêvait d'en donner une révision mise à jour. Depuis plusieurs années, il travaillait avec beaucoup de courage à une *Description géologique du Portugal*, qui devait être le couronnement de son œuvre, mais il a succombé à la tâche avant d'avoir pu la terminer.

Très connu et très apprécié, il fut consulté sur un grand nombre de questions de Géologie appliquée, projets de chemins de fer, ponts, tunnels, sondages, recherches d'eau, etc., et, toujours, il donna très libéralement son avis, n'intervenant comme expert que s'il s'y croyait obligé.

Il était également très estimé dans les milieux scientifiques. Il fit partie de plusieurs grandes Commissions des derniers Congrès internationaux de Géologie et un grand nombre d'espèces fossiles, comme aussi quelques genres, lui ont été dédiés. L'Université de Zurich lui décerna en 1892 le titre de *Doctor honoris causa* et, depuis 1900, il était lauréat du Prix Viquesnel, une des plus belles récompenses de la Société géologique de France, qui était accordée pour la première fois à un étranger. En 1914, la Société géologique de Londres le nomma correspondant étranger et il avait déjà reçu le même titre des Académies des Sciences du Portugal, de Lisbonne, de Madrid, de Barcelone et de Besançon, de l'Institut de Coimbra, des Sociétés d'Agriculture, Sciences et Arts d'Agen, d'Emulation du Jura, d'Histoire naturelle de Toulouse, de Géographie de Genève et des Sciences naturelles de Madrid et de Bâle. Il était membre honoraire de la Société vaudoise des Sciences naturelles, des Sociétés de Chimie et de Sciences naturelles de Zurich, de la Société belge de Géologie, Paléontologie et Hydrologie, helvétique des Sciences naturelles et russe de Minéralogie, de la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève et de la Société belge de Géologie de Liège. Il appartenait en outre à la Société jurassienne d'Emulation, à l'Association des Ingénieurs civils portugais et aux Sociétés de Géographie de Lisbonne et portugaise des Sciences naturelles.

Enfin, il était aussi Commandeur des Ordres de San Thiago et de Isabelle la Catholique, mais il n'en parlait pas et je ne l'ai su qu'après sa mort.

Toutes ces récompenses, il les reçut en Portugal et surtout pour ses travaux de Géologie portugaise. Il ne faut pas oublier que les deux



phases de son activité scientifique sont très inégales de durée, puisqu'il quitta la Suisse en 1878.

En 1880, Paul Choffat épousa à Besançon Mademoiselle Jeanne Logerot, fille du général et nièce de l'ancien ministre de la guerre bien connu. Il trouva dès lors dans les joies d'une famille de plus en plus nombreuse, quatre garçons dont un mourut en bas âge et cinq filles, une juste compensation aux ennuis et aux déceptions qu'il eut à surmonter. Et pourtant, dès que l'éducation de ses enfants l'exigea, il n'hésita pas à se séparer des siens, envoyant sa famille à Bordeaux et restant seul ou avec sa fille aînée pour continuer ses études en Portugal. Une fois encore, il sacrifia à son idéal ce qu'il avait de plus cher et ce sacrifice lui fut très pénible.

La guerre le fit terriblement souffrir et hâta certainement sa fin. Il ne quitta plus le Portugal depuis 1915.

Il était très préoccupé du sort de plusieurs parents et de nombreux amis qu'il savait exposés dans les armées françaises et, très attristé, il s'inquiétait de l'avenir.

Esprit très libéral, il s'éloigna de toute politique active, mais il resta un patriote sincère et il a tenu à dormir son dernier sommeil dans la terre jurassienne qu'il a tant aimée.

Il est mort dans la nuit du 6 juin, s'éteignant doucement et sans souffrances, pieusement entouré des soins d'une famille qui avait su le comprendre et qui était sa plus grande consolation. Il emportait la satisfaction du devoir noblement accompli et d'une carrière bien remplie, n'ayant qu'un regret, celui de n'avoir pu achever son œuvre. S'il eut vécu davantage, il aurait certainement terminé plusieurs de ses travaux, mais pas tous, des hommes comme lui ne savent pas se limiter et meurent sur la brèche.

L'œuvre scientifique de Paul Choffat est très importante. Il étudia d'abord le Jura suisse et français, puis le Portugal et ses colonies. Ses travaux sur la Stratigraphie, la Paléontologie et la Tectonique des terrains secondaires constituent un ensemble très homogène; les autres sont plus variés et traitent de l'Histoire et de l'Organisation de la Géologie, de diverses questions de Géologie générale ou régionale, de Sismologie, de Géologie appliquée aux Mines ou à l'Hydrologie et enfin de Préhistoire. La longue liste de ses publications ne peut donner qu'une idée incomplète de sa prodigieuse activité, car les manuscrits, les minutes des cartes géologiques et sa correspondance scientifique n'y figurent pas.

Les collections qu'il fit en Suisse ont été acquises par le Musée d'Histoire naturelle de Bâle. Celles qu'il constitua en Portugal avec l'aide de ses collecteurs sont conservées à Lisbonne, à la Commission géologique. Elles sont extrêmement précieuses et leur arrangement lui prit un temps considérable. Lui-même en a fait connaître une partie par



une série de monographies sur les Lamellibranches, les Gastéropodes et les Céphalopodes et aussi par de nombreuses listes de fossiles publiées dans ses travaux de Stratigraphie; des séries qu'il prépara furent communiquées à divers spécialistes étrangers; il reste cependant encore énormément de matériaux à revoir et même à étudier entièrement.

Ses documents cartographiques sont tout aussi importants et il sera désormais impossible d'aborder l'étude d'une région mésozoïque portugaise sans en tenir compte. Il collabora avec N. Delgado à la publication de la seconde édition de la Carte géologique du Portugal à l'échelle de 1:500000 parue en 1899, fournissant des minutes au 1:100000. La première édition de cette Carte avait été faite par Carlos Ribeiro et N. Delgado en 1876. Antérieurement, D. Sharpe avait donné une première ébauche géologique d'une grande partie du pays. On doit encore à Paul Choffat plusieurs cartes régionales, celles de la Serra d'Arrabida, du Montejunto, des environs de Leiria et des Serras de Buarcos-Verride, ces trois dernières sont imprimées mais elles n'ont pas été distribuées ainsi que plusieurs planches de profils qui devaient les accompagner, des cartes de facies, des cartes sismiques et enfin une ébauche de carte tectonique du pays. Il laisse en outre une carte au 1:20000 de la région au Nord du Tage et une autre des phénomènes éruptifs, qu'il destinait à sa *Description géologique du Portugal*; elles ne sont pas imprimées, mais presque terminées.

Lorsqu'il arriva en Portugal, Paul Choffat ne trouva pas un pays neuf ainsi que certains auteurs l'on dit. La première édition de la *Carte géologique* avait été publiée deux années auparavant, en 1876, par Carlos Ribeiro et Nery Delgado, et D. Sharpe avait déjà donné quelques bonnes études de Paléontologie. Carlos Ribeiro, un grand travailleur, passionné pour la Science et un excellent observateur devenu bon géologue à force de volonté et pour ainsi dire par ses seules ressources, avait reconnu les grands traits structuraux du pays et accumulé une masse d'observations et de matériaux, allant beaucoup plus avant que D. Sharpe. Malheureusement, les résultats de ses beaux travaux étaient peu connus, surtout à l'étranger. En outre, malgré une activité extraordinaire et l'aide de Nery Delgado, qui était son collaborateur, il luttait contre de grosses difficultés, n'arrivant pas à caractériser et à délimiter certaines formations, parce que les connaissances paléontologiques étaient insuffisantes. C'est incontestablement pour ce motif qu'il eut recours à Paul Choffat, qui venait de se signaler par des travaux remarquables sur le Jura français. Ses précurseurs, Linck et le baron d'Eschwege ne laissèrent que des classifications stratigraphiques purement lithologiques; Ch. Bonnet et D. Sharpe furent plus heureux, mais commirent de très grosses erreurs. Il en corrigea un bon nombre, mais il comprit que la question des facies ne pourrait être résolue que par une étude méthodique des faunes et des flores et que cette étude serait particulièrement délicate à cause de l'abondance des espèces locales ne permettant pas



un rapprochement facile avec celles de l'étranger. Il avait commencé cette étude pour les terrains jurassiques lorsque Paul Choffat arriva à Lisbonne ; il la lui abandonna, continuant celles des terrains crétaciques avec Nery Delgado. Peu de temps après, la maladie qui devait l'emporter le frappait et Nery Delgado, qui lui succéda, comme Président de la Commission géologique, confiait à Paul Choffat l'étude de tous les terrains secondaires.

Partant de l'œuvre accomplie par ses devanciers, Paul Choffat dut la compléter et très souvent aussi la modifier. Il publiera trois grandes études générales sur la Jurassique et le Crétacique, ainsi qu'une série de monographies régionales. Les échelles stratigraphiques perdront de plus en plus leurs caractères lithologiques et, en s'appuyant sur des données paléontologiques précises et sur les facies, elles se rapprocheront de celles des autres pays. Pour apprécier tout le mérite de son labeur, il importe de tenir compte des difficultés qu'il eut à surmonter. Il travailla presque toujours seul, isolé dans un pays où la Géologie pure et surtout la Paléontologie n'ont que de rares admirateurs. L'appui gouvernemental, toujours très appréciable, ne fut qu'exceptionnellement accompagné de cette ambiance si féconde qui conduit à l'enthousiasme et provoque par l'émulation l'aide réciproque des collaborateurs. Paul Choffat aurait évidemment dû atténuer cet isolement, mais il était trop accaparé par ses recherches et il en souffrit moralement. Par un labeur acharné et avec un dévouement admirable, il aurait pu facilement chercher la popularité par la vulgarisation de ses découvertes, ou tirer meilleur parti de la confiance des personnes qui avaient si fréquemment recours à ses conseils ; il se voua corps et âme à son œuvre, sans jamais se laisser dévier du chemin qu'il s'était tracé. Grâce à cette énergie, qui avait parfois quelque chose de farouche, à son travail méthodique et à ses splendides qualités d'observateur, il établira la Stratigraphie détaillée de toutes les formations mésozoïques montrant les variations de facies et faisant connaître les faunes ; il établira le premier la séparation du Trias d'avec l'Infralias, découvrira le Bathonien et le Sénonien, caractérisera le Turonien et créera le Lusitanien, qui est maintenant admis par la plupart des stratigraphes. S'il conserva le Bellasien, il a cependant reconnu son parallélisme avec l'Albien et le Cénomaniens inférieur. Les résultats qu'il obtint valent d'ailleurs autant par eux-mêmes que par la méthode qu'il employa et Marcel Bertrand, un maître qu'aucun géologue ne récusera, a formulé en 1900 un jugement qui mérite d'être cité ici : « Après avoir porté la lumière dans les niveaux coralliens et dans les variations de facies du Jura français, Paul Choffat s'est voué à l'étude des terrains secondaires du Portugal et il a fait de ce pays encore neuf la région la mieux connue des péninsules méridionales de l'Europe. Il a recueilli avec une patience infatigable les éléments des faunes de tous les étages et il a décrit tous les fossiles secondaires, sans autre souci que de faire connaître à tous, complètement et exactement, sans lacunes et sans inter-



prétation, les nombreux documents qu'il eut entre les mains. Grâce à cette méthode généreusement désintéressée et éminemment profitable au progrès de la Science, on voit, me semble-t-il, se dégager peu à peu de ses études un élément, aussi nouveau qu'important, la marche et le rôle d'une migration atlantique dans la transformation de nos faunes occidentales à la fin du Jurassique et au début du Crétacé» (1).

Pour la Tectonique, il a donné de nombreux profils dans ses diverses publications de Stratigraphie, deux études sur les vallées tiphoniques, une autre très importante sur la Serra d'Arrabida et une carte tectonique du Portugal.

Depuis plusieurs années, il travaillait avec beaucoup de courage à une grande *Description géologique du Portugal*. Il voulait donner une synthèse des travaux publiés sur la Géologie portugaise et une révision mise à jour des siens. Il avait en outre accumulé des observations nouvelles sur les formations éruptives, surtout sur les basaltes de la région au Nord du Tage et sur les granites de Sintra. Sa carte au 1:20000 ainsi qu'une autre des phénomènes éruptifs sont presque terminées et plusieurs planches de profils ou de vues photographiques sont imprimées. Malheureusement, le texte est très incomplet et il n'a publié que deux notes très courtes sur les formations éruptives. Nous ne possédons donc de lui qu'une étude générale très sommaire et déjà ancienne, son *Aperçu de la Géologie portugaise*, paru en 1900.

Enfin, il s'est aussi occupé des colonies portugaises. Il n'eut à sa disposition que des matériaux rapportés ou envoyés par les voyageurs et pourtant ses travaux sur Angola, Moçambique, etc., sont très appréciés par les géologues africains.

Paul Choffat est mort beaucoup trop tôt. Sans parler de sa *Description géologique du Portugal*, qui est inachevée, il laisse encore de nombreuses planches de Géologie et de fossiles, notamment d'Ammonites et de Brachiopodes, qui sont imprimées. Il compta trop sur ses forces. A maintes reprises, il me dit ses craintes au sujet de ses travaux commencés, citant l'exemple de Fontannes, qui avait comme principe de terminer chaque année un nombre déterminé de travaux, mais il ne sut pas l'imiter et il accumula les manuscrits. C'est bien regrettable, car les observations qu'il avait recueillies pendant ces dernières années, et qui auraient complété ou parfois modifié celles qu'il a fait connaître, seront en grande partie perdues.

---

Il me reste maintenant à examiner rapidement les travaux de Géologie appliquée de Paul Choffat. Ils sont bien moins nombreux que ceux de Science pure, mais encore très importants.

---

(1) Bull. Soc. Géol. France, 3<sup>e</sup> s., 1900, t. xxviii, p. 514.



Contrairement à ce que certains ont cru, il ne méprisait nullement la Géologie appliquée. Les travaux qu'il laisse le prouvent et M. E. Van den Broeck le citait en 1901 comme «l'un des plus fervents adeptes du rôle utilitaire de la Géologie appliquée» (1). S'il se consacra à la Stratigraphie et à la Paléontologie, c'est qu'il pensait rester fidèle à la pensée de Carlos Ribeiro et de Nery Delgado et faire une œuvre plus utile : la Géologie pure est la base de la Géologie appliquée et si celle-ci a de nombreux et de brillants représentants, celle-là n'en a que quelques-uns. Par ailleurs, en agissant ainsi, il suivait peut-être ses goûts, mais il sacrifiait certainement ses intérêts.

Des rapports qu'il eut à fournir sur les projets les plus variés qui lui furent soumis, très peu ont été publiés. La plupart renferment cependant des observations originales intéressantes.

En Hydrologie, il s'est occupé surtout des eaux potables, mais aussi des eaux minérales et de celles d'irrigation. Ses travaux attirèrent l'attention des spécialistes étrangers les plus connus, tels que MM. de Lau-nay, Chalon, van den Broeck, Keilhac, etc.

Son étude sur les eaux minéro-thermales des aires mésozoïques (5,4) est fondamentale pour le Portugal ; c'est certainement le meilleur travail général d'Hydrologie basée sur la Géologie qui ait été publié. Il en existe d'autres plus complets mais d'orientation différente, qui sont plutôt des catalogues pour les médecins ou les chimistes. Il n'a donné que des notes sur les eaux minérales das Taipas (11, 16) et une notice plus complète sur celles des dépressions alignées de Regoa-Verin (18).

Il laisse une bonne étude sur les eaux d'alimentation de Lisbonne (6,8), d'autres sur celles de Guimarães (13), de Guarda (17), d'Arifana (7) et du Sanatorium d'Outão (15), et de nombreux dossiers plus ou moins complets, mais manuscrits, sur celles d'Alcantara, Monsanto, Arco do Cego, Jardim Zoológico, Bemfica, Braço de Prata, Cabo Ruivo, Lumiar, Loures, Cacem, les Lezirias, Olivaes, Sacavem, Vila Franca, Salvaterra, Cahe Agua, Estoril, Cascaes, Vale de Cavalos, Almada, Azeitão, Barreiro Setubal ; Torres Vedras, Luso, Anadia, Castelo Branco, Castelo de Vide, Porto, Grandola, Beja, etc. . . . etc. . . .

Plusieurs sondages ont été entrepris et exécutés suivant ses indications. Pour la recherche des eaux artésiennes, les plus importants sont ceux d'Abelheira et de Pedra Furada, qui ont atteint des nappes aquifères crétacées à 330 et 380 m. de profondeur ; ceux de la Vallée d'Alcantara et des Lezirias sont moins profonds et celui de Junqueira a été arrêté beaucoup trop tôt. Il avait commencé la rédaction d'une note sur ces sondages et il pensait la publier dans la *Revista de Obras Públicas*

---

(1) E. van den Broeck : *Le dossier hydrologique du régime aquifère en terrains calcaires et le rôle de la Géologie dans les recherches et études des travaux d'eaux alimentaires*. Bull. Soc. belge Géol. Pal. et Hydr. vol. xi, 1901, p. 390.



e Minas, mais il a à peine terminé l'introduction, qui traite simplement de l'historique des recherches.

Comme tous les hydrologistes modernes, il attachait une importance capitale à la bonne qualité des eaux. A maintes reprises, il attira l'attention sur le danger des eaux des terrains calcaires, qui sont ou peuvent être souillées, parce que la filtration dans les calcaires diaclasés est très rarement suffisante. Il a publié plusieurs notices de vulgarisation sur les puits, les sources et l'utilisation des eaux souterraines profondes (9, 10, 12, 14).

Se petite note sur les conditions géologiques du cimetière de Prazeres (5) est une étude de Géologie appliquée à l'Hygiène.

La construction du tunnel du Rocio à Lisbonne lui permit de montrer toute sa valeur, ses prévisions furent entièrement confirmées par les travaux, et de faire paraître un bon mémoire (28) ainsi que des notices (29,30).

On lui doit encore une étude critique du mémoire de Carlos Ribeiro sur les charbons (lignites) de la région de Leiria (19). Cette révision s'imposait pour deux motifs : les mémoires de Carlos Ribeiro devenaient de plus en plus rares et il était absolument nécessaire de mettre à jour leurs données stratigraphiques.

On trouvera dans plusieurs de ses publications, surtout dans son grand mémoire sur le *Crétacique supérieur au Nord du Tage*, de nombreuses données concernant les eaux ou les matériaux utiles du sol : roches arénacées et argiles, pseudo-bauxites, gypse et baryte, phosphates, calcaires, silice, fer, etc. (22).

Une expertise faite en Espagne pour une société de Lisbonne, lui fournit les éléments pour une bonne étude sur les filons de phosphorite (23).

Il s'est également occupé des charbons du Permien du Bussaco, des calcaires à ciment, des matériaux réfractaires, etc., mais il n'a laissé que des manuscrits comparables à ceux sur les eaux potables. Tout dernièrement, il avait commencé l'étude du gros problème de la potasse en Portugal.

Enfin, il fit paraître encore une série de notes de Géologie économique. La première traite des sables aurifères de la côte occidentale de la presqu'île de Setubal (24) et la seconde est consacrée à des minerais de fer triasiques ou plus anciens des régions de Pias et de Alvayazere (24). Dans la troisième, qui a été traduite en espagnol (25), il aborde la question du pétrole et expose les résultats des recherches qui ont été effectuées. Il admet en principe l'existence du pétrole en profondeur, dans le Permien, le Trias ou plus haut ; les sondages ne permettent pour l'instant aucune conclusion, bien que l'un soit descendu à plus de 700 m. ; de nouvelles recherches sont nécessaires ; toutefois, les grandes dislocations du sol ont pu faciliter la distillation du pétrole primitif dans les couches et sa transformation en bitume. Ces conclusions



sont évidemment discutables; elles sont pourtant intéressantes. En Angleterre et dans l'Est de la France où le sous-sol est bien mieux connu qu'en Portugal, on a trouvé, tout récemment, du pétrole et du charbon. Des recherches bien comprises devraient être faites dans la bordure occidentale de la Meseta: C. Ribeiro d'abord et Paul Choffat ensuite admirent la possibilité de trouver du charbon sous les sédiments secondaires de cette bordure; et les arguments qu'ils invoquaient gardent toute leur valeur.

La dernière de ses notes de Géologie économique est consacrée aux fameux «jacinthes» des basaltes du Suimo, près de Bellas (26).

Dans un tout autre ordre d'idées, Paul Choffat apporta encore une contribution à la Géologie appliquée par ses travaux de sismologie. L'observation des effets des tremblements de terre l'amena à des conclusions qui méritent d'être prises en considération dans la construction des habitations et des édifices. Son mémoire sur le Sisme du Ribatejo, du 25 avril 1909, qu'il publia en collaboration avec M. le Dr. A. Bensaude, doit être cité ici (51).

Paul Choffat fut reçu membre de l'Association des Ingénieurs civils portugais en 1895. Il n'était cependant pas ingénieur et il appartenait davantage à la Géologie pure qu'à la Géologie appliquée.

Contrairement à ce que pensent certaines personnes, cette distinction entre la Géologie pure et la Géologie appliquée n'est pas fondée: il n'y a qu'une Science et il n'y a que des travailleurs. Le géologue dans son cabinet ou sur le terrain et l'ingénieur dans les mines ou les tunnels poursuivent le même idéal, le progrès, et c'est par une aide réciproque qu'ils le réalisent.

J'ai associé le nom de Paul Choffat à ceux de Carlos Ribeiro et de Nery Delgado, parce que ces trois hommes se sont sacrifiés pour la même œuvre. Je pouvais le faire d'autant plus facilement ici que tous trois furent membres de l'Association.

La contribution de Carlos Ribeiro a été des plus importantes, bien qu'il soit plutôt difficile de la juger justement, parce qu'il a relativement peu publié. Nery Delgado pour le Paléozoïque, Paul Choffat pour le Mésozoïque et Berkeley Cotter pour le Cénozoïque le font maintenant un peu oublier. Des étapes ont été franchies: Linck, le baron d'Eschwège, Ch. Bonnet et D. Scharpe resteront les précurseurs; Carlos Ribeiro, Nery Delgado, Paul Choffat et Berkeley Cotter caractériseront la période la plus brillante de la Géologie portugaise, la période des grandes découvertes. Il reste encore beaucoup à faire, c'est certain, mais leurs continuateurs ne pourront plus que glaner. La carte schématique et incomplète de D. Scharpe, de 1841, clôt une première phase; la première édition de la Carte géologique du Portugal de Carlos Ribeiro et de Nery Delgado, de 1876, et sa seconde édition par Nery Delgado et Paul Choffat, de 1899, montrent les progrès réalisés, c'est la *Description*



*géologique du Portugal* de Paul Choffat qui aurait dû clore cette seconde phase.

Ces hommes ne furent pas des rivaux mais des collaborateurs consciencieux et loyaux. Ils eurent le même idéal et ils ont fait honneur à la Science et à leurs patries.

ERNEST FLEURY.

Professeur de Géologie et de Paléontologie à l'Institut Technique Supérieur de Lisbonne.

### Travaux de Géologie appliquée de Paul Choffat

La liste complète par ordre chronologique des travaux de Paul Choffat paraîtra dans le *Bulletin de la Société Portugaise des Sciences naturelles* et dans les *Actes de la Société Helvétique des Sciences naturelles*.

Paul Choffat a publié dans les *Comunicações*, t. VIII, 1911, une liste par matières de ses travaux parus depuis 1874 à 1910.

### Travaux de synthèse

1. — En collaboration avec Nery Delgado : Carta geologica de Portugal à l'échelle de 1.500.000. Lisbonne. 1899.

2. — Aperçu de la Géologie du Portugal. In *Le Portugal au point de vue agricole*. Lisbonne 1900, 48 pp., 1 carte géologique à 1:2000000 et 1 pl. de profils.

### Hydrologie

3. — Coup d'œil sur les eaux minérales et les eaux thermales des régions mésozoïques du Portugal. *Bull. Soc. Géol. France*, 1895, t. XX, 21 p.

4. — Contribution à la connaissance géologique des sources minéro-thermales des aires mésozoïques du Portugal. Lisbonne, 136, p., 1 pl.

5. — Condições geologicas do Cimeterio dos Prazeres. *Lisboa e o Cholera*, Lisbonne 1894, p. 58-61.

6. — Resumo das condições hydrologicas da cidade de Lisboa. *Bol. da Direcção geral da Agricultura*, 1895, 6.<sup>o</sup> anno, n.<sup>o</sup> 1, p. 13-19.

7. — Note sur les sources d'Arifana. *Comunicações*, 1895, t. III, p. 11-12.

8. — Les eaux d'alimentation de Lisbonne, rapport entre leur origine géologique et leur composition chimique. *Bull. Soc. belge de Géol. Pal. et Hydrol.*, 1897, t. X et *Comunicações*, t. III, p. 145-198.

9. — Algumas palavras acêrca de poços artesianos. *A Agricultura contemporanea*. 1898, t. VIII, 4 pp. Lisboa.



10. — Ainda os poços artesianos. *Idem*, 1898, t. IX, p. 171-173.
11. — As nascentes thermaes das Taipas, *O Comercio de Guimarães*, n.ºs 1306-1331. Guimarães, 1898. Voir plus bas n.º 16.
12. — Les eaux souterraines et les sources. *Bol. de la Real Ass. Central de Agricultura Portuguesa*. 1899, 20 pp. Lisboa.
13. — O abastecimento de aguas da Cidade de Guimarães. *O Comercio de Guimarães*, 1899-1900.
14. — Irrigações por meio de poços artesianos. *Arquivo rural*. 1900, vol. VI, p. 113-117.
15. — Estudo de Mr. Choffat sobre o regime de aguas potaveis das immediações do Sanatorio de Outão. *Assistencia aos Tuberculosos. Relatorio do Conselho central*, etc. de 1901-1902, p. 171-179, 2 fig. Lisboa, 1903.
16. — Reconhecimento das nascentes thermaes das Taipas. *Camara Municipal de Guimarães*, 49 pp., 2 est. Porto, 1903.
17. — Sobre as nascentes que alimentam a cidade da Guarda. *Districto da Guarda*, n.º 1501 e 1503. Guarda 1907.
18. — La ligne de dépressions Regoa-Verin et ses sources carbonatées. *Comunicações*, 1917, t. XII, p. 34-69, 1 fig. et 2 cartes.

### Mines et carrières

19. — Memorias de Carlos Ribeiro sobre os carvões dos terrenos mesozoicos do districto de Leiria e suas visinhanças com uma introdução e anotações. *Revista de Obras pub. e Minas* 1891, vol. XXII, p. 257-331.
20. — Sur les dolomies des terrains mésozoïques du Portugal. *Comunicações*, 1896, t. III, pag. 129-144.
21. — O calcareo no solo português. *Congresso viticola nacional*, 1897, vol. II, pag. 177-184, 6 mapas.
22. — Remarques sur la Pétrographie et la Géologie utilitaire du Crétacique supérieur au Nord du Tage. *Le Crétacique supérieur au Nord du Tage*, 1900, p. 268-276.
23. — Note sur les filons de phosphorite de Logrosán, dans la province de Caceres. *Bull. Soc. belge Géol. Pal. et Hydrol.*, 1909, t. XXIII, p. 94-114, 1 pl.
24. — Rapports de Géologie économique. — I. Sur les sables aurifères marins d'Adiça et sur d'autres dépôts aurifères de la côte occidentale de la péninsule de Setubal, 1 carte et 4 fig. — II. Gisements de fer dans le Triasique et dans les schistes paléozoïques des régions de Pias et de Alvayazere. *Comunicações*, 1912, t. IX, p. 1-32.
25. — Les recherches de pétrole dans l'Estramadure portugaise. *Revista de Obras pub. e Minas*, 1913, vol. XLIV, p. 332-368, 6 fig. e 2 est. Traduction en espagnol, *Bol. del Instituto geologico de España*, 1916, vol. XXXVII.



26. — Rapports de Géologie économique. — III. Les recherches d'hydrocarbures dans l'Estramadure portugaise. — IV. Les mines de grenats du Suimo. *Comunicações*, t. x, 1913, p. 159-198, fig. et pl.

27. — Un combustible délaissé. *Le Jura*, n.° 59. 1917 Porrentruy.

### Tunnels et chemins de fer

28. — Etude géologique du tunnel du Rocio. Contribution à la connaissance du sous-sol de Lisbonne. *Mém. Serv. géol.*, Lisbonne 1889, 106 p. et 7 pl.

29. — Comparaison de deux projets de chemin de fer à Lisbonne. *Bull. Soc. belge Géol. Pal. et Hydrol.*, 1891, t. v, 3 p.

30. — Exemplo frisante da importancia da utilização dos dados geologicos na escolha dos traçados dos caminhos de ferro. *Comunicações*, 1891, t. II, p. 161-170, 1 carta et *Revista de Obras pub. e Minas*, vol. XXII, p. 37-61.

### Constructions

31. — En collaboration avec A. Bensaude : Etudes sur le séisme du Ribatejo du 25 avril 1909. *Mém. Serv. Geol.*, Lisbonne, 1911, 146 p., pl. et cartes. Traduction en portugais 1912.







RÓ  
MU  
LO



CENTRO CIÊNCIAS DA  
UNIVERSIDADE COIMBRA

\*1329682539\*



