

# CARTE GÉOLOGIQUE DE LA BELGIQUE

à l'échelle du 40 000<sup>e</sup>.

État de la publication à la date du 10 mai 1901.

—  
Voir Planche IV.  
—

Nous avons cru utile de mettre sous les yeux des membres de la *Société belge de Géologie*, le TABLEAU D'ASSEMBLAGE constitué par la planche IV et représentant, avec leur numérotage officiel, les 226 feuilles de la *Carte géologique*, dont le complet achèvement est annoncé pour la fin de l'exercice prochain (1902). De ces 226 feuilles, plus des  $\frac{7}{10}$ , soit 163 feuilles, sont publiés et en vente à la date du 10 mai 1901 (1).

Des 63 feuilles restant à publier, 37  $\frac{1}{2}$  ont été acceptées, tant au 20 000<sup>e</sup> (minutes manuscrites non à publier) qu'au 40 000<sup>e</sup>, et 33 d'entre elles sont déjà soit à l'impression définitive ou de mise en train, soit à la gravure. Une feuille et demie (soit 3 planchettes au 20 000<sup>e</sup>) est acceptée au 20 000<sup>e</sup>.

Vingt-quatre feuilles, soit la valeur de 48 planchettes au 20 000<sup>e</sup>, doivent encore être présentées par leurs auteurs pour être acceptées par le Conseil de direction.

Sur la plupart d'entre elles, les levés sur le terrain sont soit achevés, soit en voie d'achèvement, ce qui fait que l'on peut espérer, conformément aux engagements pris, que le travail de levé et de mise en état de publication sera entièrement terminé pour la fin de l'exercice 1902.

Nous rappelons ci-dessous quelques indications complémentaires sur la manière dont a été organisé le travail :

Conformément aux prescriptions de l'arrêté royal du 31 décembre 1889, les levés géologiques sont inscrits sur les planchettes au 20 000<sup>e</sup> et publiés sur les feuilles au 40 000<sup>e</sup> de l'Institut cartographique militaire.

Les minutes au 20 000<sup>e</sup>, non soumises à l'adaptation stricte de la légende officielle et pour les données desquelles les collaborateurs sont autorisés à fournir l'exposé et l'application de leurs vues personnelles de classification, etc., sont mises à la disposition du public et des intéressés, au SERVICE GÉOLOGIQUE, 2, rue Latérale, à Bruxelles. (Direction générale des Mines.)

Les feuilles publiées au 40 000<sup>e</sup> ne figurent en teintes plates que les dépôts du sous-sol et les alluvions fluviales et maritimes. Les formations quaternaires et modernes sont renseignées, avec leurs superpositions et épaisseurs, par les notations des coupes naturelles et des sondages spéciaux du levé géologique.

La teinte plate, relative au sous-sol, n'empêche nullement de distinguer le fait reconnu de la partie hypothétique. Ce résultat est atteint par ce fait que les notations de la légende ne sont renseignées sur la carte qu'aux points de sondages, de données précises obtenues par puits ou autrement et d'affleurements observés.

Les chiffres placés sur la carte devant les notations indiquent l'épaisseur en mètres et décimètres des dépôts correspondants. Ainsi 2.5q4 signifie 2<sup>m</sup>,50 de Quaternaire flandrien (q4), et c'est ainsi que des données précises sur la nature et l'épaisseur des dépôts du sol viennent s'adjoindre graphiquement aux renseignements fournis par la teinte plate du sous-sol, chaque fois qu'une observation par affleurement ou par sondage a été faite.

(1) Chaque feuille complète se vend au prix de 3 francs, chez le concessionnaire, M. O. Schepe ns, directeur de la Société belge de librairie, 16, rue Treurenberg, à Bruxelles.

## NOTICE BIOGRAPHIQUE

SUR

# RAYMOND STORMS <sup>(1)</sup>

PAR

**A.-F. RENARD**

---

La mort éclaircit les rangs de ceux qui s'étaient réunis le 17 février 1887 pour la séance de fondation de notre Société. Parmi ces amis qui sont entrés dans le repos, il en est un dont la vie a été moissonnée dans tout son épanouissement : je veux parler de Raymond Storms, le confrère sympathique, le chercheur modeste que tous, parmi nous, ont pu apprécier. Nous sommes restés fidèles à la pieuse coutume de donner un souvenir, quelques paroles émues, à ceux de nos membres qui nous ont quittés pour jamais et qui ont contribué à atteindre, par leurs travaux, le but vers lequel nous marchons.

Aujourd'hui, c'est à moi, l'ami du disparu, que ce devoir incombe. Je le remplirai avec une joie mélancolique : parler des morts, c'est les faire revivre un peu. Comme je viens de le dire, le défunt fut mon ami, un ami éprouvé durant plus de trente années. Au cours du chemin de la vie, nous avons eu le bonheur de marcher longtemps ensemble sans que rien ne vint briser ce lien fait d'estime et de dévouement réciproques qui nous attachait l'un à l'autre. Quand les cheveux blanchissent, beaucoup de défections déjà nous ont meurtri, et c'est alors une consolation très douce de se souvenir de ceux qui sont restés fidèles. Les pages qui vont suivre auront forcément, on le comprend, l'accent un peu personnel : ce sont des souvenirs plutôt qu'une notice biographique, et je ne puis m'empêcher, tout en m'efforçant de mettre en

(1) Notice lue à la séance du 16 juillet 1901.

relief son activité scientifique, de peindre à larges traits l'ami perdu. Il mérite qu'on le connaisse, et cette évocation d'une physionomie morale si distinguée complétera l'exposé sommaire de l'œuvre du défunt. L'homme est double souvent, et tel dont l'intelligence et le labeur sont louables, n'a rien en son âme motivant la sympathie : ici on peut associer l'éloge de l'homme à celui de ce qu'il édifia.

Raymond Storms naquit à Bruxelles en 1854; son père, prématurément ravi à sa famille, laissa sa veuve devant la tâche difficile d'élever ses deux fils; elle sut en former des hommes, et si je souligne l'action de la mère, c'est qu'elle exerça une influence profonde sur l'éducation de celui dont nous esquissons la vie, et lui implanta le germe des qualités intellectuelles et morales qui lui avaient conquis notre respect à tous. Une affection très tendre l'unissait à sa mère, avec laquelle il a toujours vécu. Lorsqu'il s'agit pour le jeune Storms de commencer ses études, sa famille vint s'installer à Namur, afin que les deux frères pussent y suivre les cours d'un collège réputé à cette époque, celui de Notre-Dame de la Paix. C'est là que j'appris à connaître celui dont je résume ici l'histoire. Dans l'adolescent, le naturaliste déjà naissait, et je me souviens l'avoir entendu raconter alors, qu'il avait recueilli ses premiers fossiles, encore enfant, durant des vacances passées chez ses grands-parents à leur château de Deurne.

A Namur, il s'appliqua sérieusement à ses études classiques; mais il ne les poursuivit pas : le champ des sciences naturelles l'appelait, et il se livrait, avec l'entraînement d'un esprit qui s'éveille, à des échappées dans le domaine de la zoologie, où chaque pas provoque une curiosité nouvelle et où se développe si largement cette faculté d'observation, qualité maîtresse du naturaliste. A ce moment, c'était vers 1867, je sentais naître en moi le désir de pousser mes études vers les sciences auxquelles je devais plus tard me consacrer. Ce goût commun nous attachait l'un à l'autre, et je me souviens lui avoir envoyé de l'Abbaye du Laacher-See, où j'abordai la géologie, les tout premiers échantillons de minéraux et de roches volcaniques que j'avais recueillis. Ce ne fut pas sans une certaine émotion que je retrouvai plus tard, dans les collections de mon ami, ces très vieux souvenirs de mes premiers pas dans la science : les spécimens envoyés jadis à mon ancien élève portaient les indications maladroitement du débutant et, devant ces vestiges d'un lointain passé, je pus mesurer les étapes parcourues, tout ce que j'avais encore à apprendre.

Peu soucieux de se frayer une route vers les situations qui ne s'ouvrent qu'à la faveur d'un diplôme académique, il abandonna ses

humanités vers 1870 et alla se fixer avec sa famille dans une propriété près de Saint-Trond, qu'il habita jusqu'en 1876. Là il put commencer à donner libre cours à son amour pour la nature, mais la spécialisation de ses études ne devait se produire que plus tard. Dans cette phase de la vie, il associa à ses études d'histoire naturelle un goût très prononcé pour la peinture. Il la cultivait alors avec le talent qu'avait déployé son père dans l'exercice de cet art, et y reportait ses qualités d'observateur de la nature. Il aimait surtout à représenter des animaux, et les quelques toiles qu'il a signées, œuvre de coloration vigoureuse, témoignent d'un sentiment profond de la réalité des choses. Son atelier était installé, et il se serait fait une réputation d'amateur sérieux, lorsque, sans raison connue, il déposa ses pinceaux. Malgré notre intimité toute d'amitié confiante, je ne parvins pas à savoir ce qui l'avait définitivement éloigné de la peinture. Il n'avait gardé de son art abandonné qu'un goût très sûr, qu'il m'a été donné maintes fois d'apprécier au cours de nos visites aux Musées étrangers, et cette critique judicieuse que peut seul exercer celui qui a pratiqué et auquel les procédés techniques sont appréciables. Le maniement du pinceau l'avait conduit à celui du crayon, et Storms excellait à rendre en quelques traits un croquis géologique, un aspect de pays ou un ossement fossile ; mais trop modeste, il n'osait produire ses dessins, et c'est à peine s'il a laissé quelques figures pour ses mémoires de paléontologie, et quelques planches micrographiques que je dois à son amitié, et qui sont d'une réelle valeur comme fidélité et comme rendu artistique.

En 1876, sa famille fit l'acquisition du château d'Oirbecq, près de Tirlemont, et d'un hôtel situé à Bruxelles. Ce fut dans cette dernière résidence qu'il vint passer tous ses hivers, et c'est alors que se renouèrent entre nous les relations qui s'étaient établies à Namur et que mon séjour à l'étranger avait fait se relâcher. Je le retrouvai tel que je l'avais pressenti au Collège de la Paix et tel qu'il devait se montrer jusqu'à la mort. Au moment où je l'avais quitté pour aller achever mes études en Allemagne, en 1868, la silhouette morale se dégageait déjà dans Storms enfant telle qu'elle devait perdurer : il conserva toujours ce caractère réservé, un peu farouche même, semblant redouter tout épanchement, mais aux déterminations fermes, aux sentiments profonds et fidèles ; il se montra toujours, comme dès le début, désireux de s'instruire et passionné pour le travail. C'était un cœur généreux, non de cette générosité qui se dépense vainement, mais de celle que la réflexion pondère, rend vraiment efficace. Il était simple sans affectation, d'une exquise politesse, et son extérieur reflétait les

belles qualités de son âme. Cet homme, d'une haute stature, d'une grande vigueur physique, à la mise correcte, quoique dénuée de recherche, donnait l'impression, dans sa force tranquille, d'un être bien équilibré, incapable d'un coup de tête, mais envisageant le but à atteindre et y marchant lentement mais sûrement.

A notre époque de jouissance à outrance, Storms donna un rare exemple de vie sérieuse, vouée au travail. Sa fortune, son éducation soignée, la portée de son esprit et les nobles qualités de son cœur semblaient l'appeler à jouer un rôle brillant dans le monde. Mais là n'était pas son ambition : il préféra toujours la vie simple de la campagne qui lui permettait de se consacrer à ses études en sauvegardant l'indépendance de son caractère. Ce cœur, de délicate bonté qu'il était, se penchait avec une grande pitié vers les animaux, et alors que d'autres de sa condition se font un plaisir aussi cruel que stupide de tortures infligées aux créatures innocentes, notre ami aimait à s'entourer de la joie pure que répandent autour de celui qui les protège, ces humbles et fidèles amis, dont peu avaient étudié comme lui les instincts, les mœurs et les relations avec les milieux où ils vivent.

C'est au château d'Oirbecq, entouré de ses souvenirs de famille, de ses livres, de ses collections qu'il passait ses heures les plus douces. Il aimait la science pour la science, et jamais il ne souhaita aucune distinction : pourquoi ce travailleur modeste eût-il rêvé d'autre récompense que celle renfermée dans le travail même ? Je revois encore cette vieille et hospitalière maison où nous avons passé d'inoubliables heures, nous entretenant de nos souvenirs de voyage, de nos amis communs, devisant des hommes et des choses, nous intéressant aux problèmes qui se posent à chaque pas devant ceux qui étudient la nature. Raymond Storms, quoique d'esprit chercheur, avait un respect attendri pour les choses du passé, et je l'entendis souvent aiguïser sa fine ironie, bien inoffensive d'ailleurs, contre les novateurs du moment. Quoique convaincu de la théorie de l'évolution et en contact d'idées avec les biologistes modernes, ses convictions philosophiques ne furent pas ébranlées ; nous pouvons l'affirmer, car Storms était un caractère trop droit pour ne pas déclarer ses doutes s'il en avait eus.

C'est au moment où il passait ses hivers à Bruxelles, vers 1880, qu'il commença à s'appliquer d'une manière plus spéciale à la géologie et à la paléontologie. J'étais alors conservateur au Musée d'histoire naturelle ; Storms y venait journellement, pour ainsi dire, afin d'étudier les collections. Déjà il avait passé la trentaine quand il commença à publier ; c'était un peu tard pour débiter, et c'est ce qui fit, sans

recherches de Storms. Il les considère comme portant l'empreinte d'un esprit cultivé, sagace et actif, qualités dont témoigne l'œuvre toute entière de celui que nous avons perdu. Pour procéder logiquement à ses études sur les poissons tertiaires, il scrutait avec un soin minutieux l'anatomie des êtres analogues de la nature actuelle; lui-même préparait et montait ses pièces anatomiques avec une admirable patience. Sobre et précis dans ses descriptions, observant avec netteté, logique dans ses déductions, ses mémoires resteront comme des œuvres sérieuses et vraies. Son activité demeura confinée dans un champ assez restreint, en dehors duquel il ne s'aventurait pas; mais ce domaine, il le connaissait bien, et les découvertes qu'il lui a été donné d'y faire justifient sa réputation de chercheur consciencieux. L'appréciation de M. Dollo est partagée du reste par les paléontologistes de l'étranger, qui suivaient avec un vif intérêt les travaux du défunt.

Il est un autre nom, celui de M. E. Delheid, à rappeler parmi ceux des naturalistes qui ont secondé Storms dans l'étude laborieuse à laquelle il se livrait. La collection de restes fossiles que M. Delheid avait patiemment et sagement amassée fut mise, par cet amateur éclairé, tout entière à la disposition du défunt afin qu'il pût y puiser des matériaux pour ses recherches. On sait combien furent précieux pour lui ces restes de poissons: un grand nombre de ses travaux ont pour objet l'étude des ossements que M. Delheid lui avait confiés. Aujourd'hui, ces vestiges de la faune ichthyologique des terrains tertiaires que notre confrère s'est plu à déterminer ont acquis de ce fait une haute valeur scientifique, et il faut se souvenir que l'intelligente initiative de M. Delheid a non seulement permis à Storms d'enrichir nos connaissances sur ces fossiles, peu ou point connus, mais que ces restes sont conservés avec un soin admirable par un appréciateur d'un réel mérite. Notre ami n'oublia pas ce qu'il devait à M. Delheid: on en trouve la trace dans ses mémoires, où il exprime, en de nombreux passages, sa gratitude envers lui. Une amitié très sincère unissait ces deux hommes que passionnait le même sujet d'étude, et M. Delheid m'a dit en termes émus son regret profond de la mort prématurée de notre confrère. Quand je visitai la salle où se déploie la magnifique collection dont nous venons de parler, je fus arrêté à chaque pas devant le souvenir de Storms. Une simple étiquette placée dans une montre vint raviver en moi la tristesse de la perte de mon ami, elle porte: « L'étude des poissons poederliens, entreprise par M. Storms, d'après » ces matériaux, est restée incomplète par la mort de ce regretté » paléontologiste (mars 1900). » Cette étude est le dernier travail

auquel se livrait notre confrère lorsqu'il fut brusquement interrompu par la mort!

Il nous reste à résumer son activité par l'analyse succincte de ses mémoires. Dans cette analyse, nous avons surtout suivi l'ordre de date, sauf pour les notices sur les poissons du terrain rupélien que nous avons groupées : chacun de ses travaux sur la faune ichthyologique des terrains tertiaires de Belgique constitue, peut-on dire, une monographie isolée ne se reliant aux autres que par la matière commune sur laquelle l'ensemble des recherches de Storms a porté.

Son premier mémoire ichthyologique a été publié dans les recueils de la Société géologique de Liège; il se rapporte à la faune du Rupélien, sur laquelle il a publié six notices, dont une en collaboration avec M. Dollo. Dans cette *Note sur un nouveau genre de poisson fossile de l'argile rupélienne* (1), il établit un nouveau genre de Téléostéens, dont le caractère des dents, leur forme, leur mode d'implantation, la double rangée qui garnit la mandibule se différencient assez des poissons décrits jusqu'à ce jour pour permettre de créer un genre nouveau, auquel l'auteur applique le nom d'*Amphodonte* (qui a deux rangées de dents). Les deux individus les mieux conservés sont rangés sous deux espèces différentes: *Amphodon Benedeni* et *A. curvidens*. Storms fait ressortir, en terminant ce travail, les analogies qui existent entre les Amphodontes et certains poissons décrits par Cope, et croit pouvoir les rapprocher des *Stratodontidés* de ce paléontologiste.

Sa *Première note sur les poissons fossiles du terrain rupélien* (2) donne la description des restes d'un poisson conservé au Musée royal d'histoire naturelle de Bruxelles et provenant de Rumpst, près de Boom. En procédant par voie d'élimination, il crée pour ce fossile un genre nouveau qu'il désigne sous le nom de *Platylates*, cette dénomination rappelant sa forme courte et massive. Comme désignation spécifique, il choisit le mot *rupéliensis*, indiquant le terrain dans lequel ce fossile a été trouvé. Ce poisson, se rapprochant par divers caractères du genre *Lates*, l'auteur rappelle l'histoire géologique de ce genre ainsi que celle de quelques formes voisines et signale les *Lates* représentés dans le monde actuel.

Dans une *Deuxième note sur les poissons fossiles du terrain rupélien* (3),

(1) *Ann. Soc. géol. de Belgique*, t. XIII, 1886, MÉM., pp. 261-266.

(2) *Bull. Soc. belge de Géol., de Paléont. et d'Hydrog.*, t. I, 1887, MÉM., pp. 98-112.

(3) *Ibid.*, t. VII, 1893, MÉM., pp. 161-171.

Winkler sous le nom d'*Enchodus Bleekeri* sont identiques à celles qui garnissent les mâchoires de la tête de poisson objet de ce travail, et comme elles proviennent du même terrain, il ne semble pas douteux à l'auteur qu'elles se rapportent à une même espèce, qui devra ainsi prendre le nom de *Cybium (Enchodus) Bleekeri*, Winkler.

A ces recherches sur les poissons de l'Éocène se rattachent celles que notre confrère a faites sur la faune ichthyologique de l'Éocène et qu'il avait commencé à publier dans sa *Première note sur les poissons wemmeliens* (Éocène supérieur de la Belgique) (1). Les matériaux qu'il étudie dans ce mémoire font partie des collections du Musée d'histoire naturelle et proviennent des gisements classiques du terrain wemmélien. Le spécimen déterminé par P.-J. Van Beneden comme *Dentex laekeniensis* ne peut se rapporter au genre *Dentex*, c'est un Acanthoptérygien perciforme qui doit être classé avec les *Sparidés*. Comme le Sparidé wemmélien ne rentre dans aucun des genres connus, Storms crée le genre nouveau *Ctenodentex* qui doit probablement être classé à côté de *Lutjanus*. Sous le nom de *Serranus Wemmeliensis*, il décrit une nouvelle espèce de poissons recueillie à Neder-over-Heembeek; cet Acanthoptérygien perciforme, comme le précédent, se place dans la famille des *Percidés*, et Storms prouve, par comparaison avec les espèces vivantes, que ce fossile ne se distingue par aucun caractère important du genre *Serranus*, mais diffère de toutes les espèces décrites jusqu'ici. Il crée donc une espèce nouvelle sous le nom de *Serranus Wemmeliensis*. Quelques petites têtes de Téléostéens, provenant aussi de Neder-over-Heembeek, sont rapportées à un Acanthoptérygien du genre *Apogon* et que l'auteur désigne d'après son caractère le plus important, la grandeur des écailles, par le nom d'*Apogon macrolepis* Sp. nov. Un crâne et un certain nombre de vertèbres, provenant probablement du même individu, découverts à Wommel, se rapportent à un poisson de la famille des *Murænidés* et paraît appartenir à un type plus primitif que *Myrus*. Storms crée pour le Murœnidé wemmélien le genre *Eomyrus*, et dédie l'espèce à M. Dollo.

Outre les travaux se rattachant à la paléontologie des poissons tertiaires, Storms a publié (2) une *Note sur un nouveau gîte fossilifère diestien* qu'il a découvert vers le haut des collines entre Meerhout et Eynthout. Il trouva dans ces points, à la surface, un assez grand nombre d'empreintes dans un grès formé de sables, de gravier ou de cailloux

(1) *Bull. Soc. belge de Géol., de Paléont. et d'Hydrog.*, t. X., 1896. MÉM., pp. 198-240.

(2) *Ann. de la Soc. géol. de Belgique*, t. XI, *Bull.*, p. LXXXI.

cimentés par de la limonite. Ces fossiles correspondant assez bien à la faune diestienne signalée par M. Van den Broeck au Bolderberg, il arrive à la conclusion que cette formation littorale pourrait peut-être se rapporter aux sables à *Isocardia Cor* d'Anvers. Dans une autre note (1), il signale la présence d'une assez grande quantité de *Lingula Dumortieri* dans les sables qui recouvrent l'argile rupélienne à Hemixem; il est porté à les considérer comme diestiens. Un dernier travail se rapportant à de nouveaux gîtes diestiens fossilifères (2) nous fait connaître l'existence aux collines de Genebocheberg et Kepkensberg au Sud-Ouest de Quaedmehelen de blocs de grès ferrugineux dont plusieurs sont remplis d'empreintes de Lamellibranches. A Steengraeven, au Sud de Quaedmehelen, il trouva, dans un grès graveleux, une empreinte de *Pecten princeps* et dans les collines allant du Wentsberg au Cortenboos et au moulin de Baal, il constata la présence de *Pectunculus* et de *Ditrupa*. Enfin, il fait voir que *Venus multilamella* se trouve dans le grès diestien entre Meerhout et Meerhout-Gestel et dans un autre gîte de ces localités. A la suite de ces constatations, il est amené à envisager ces gîtes comme appartenant à la partie supérieure du Diestien et représentant les sables à *Isocardia Cor*.

Signalons enfin le mémoire que notre confrère consacra au suçon de Remora et qui a paru sous le titre : *The adhesive disk of Echeneis* (3). Il y étudie la structure et la signification morphologique de la plaque qui recouvre la tête des poissons du genre *Echeneis*; il expose les raisons qui, au point de vue de la signification morphologique, le déterminent à admettre, suivant l'opinion la plus généralement reçue, que cette plaque est une nageoire dorsale transformée. Afin de résoudre la question controversée de la signification morphologique des éléments de cette plaque, il les examine en détail, ainsi que la structure d'une nageoire dorsale, et il établit l'analogie qui existe entre eux. Il est conduit à admettre que les lames pictinées sont constituées par l'élargissement latéral de la base des rayons spinaux et que les rayons spinaux proprement dits ont disparu par atrophie. Il recherche ensuite où la plaque s'est formée et conclut qu'elle s'est développée à la partie antérieure de la région dorsale et s'est déplacée ensuite jusqu'à l'extrémité de la tête. L'étude d'un bel exemplaire d'*Echeneis* (*E. glaronensis*), récemment découvert dans les schistes de Glaris, et qui est probablement

(1) *Ann. de la Soc. géol. de Belgique*, p. cxiv.

(2) *Ibid.*, t. XII, *Bull.*, p. 104.

(3) *Ann. and Mag. of Nat. Hist. Sixth Ser.*, vol. II, p. 67.

Il est, en effet, difficile de concevoir comment l'absence d'un petit nombre de micro-organismes connus et réputés nuisibles peut permettre à l'hygiéniste de se prononcer, lorsque des milliers de ces petits êtres, aujourd'hui inconnus ou d'une recherche des plus délicates, peuvent nous menacer.

La virulence des bacilles ne doit-elle pas elle-même entrer en jeu et peut-être serons-nous amenés un jour à constater que la présence de certains micro-organismes nous est aussi indispensable que l'eau elle-même.

L'hygiéniste doit avant tout se préoccuper *des origines de l'eau, des causes de pollution que cette eau peut rencontrer avant d'être consommée et de l'auto-épuration qu'elle a pu subir.*

Il doit rechercher les diverses phases par lesquelles l'eau a pu passer, et y suivre les variations des divers éléments contenus dans l'eau. Il doit en un mot reconstituer jour par jour, heure par heure, ce que l'on pourrait appeler *l'histoire des molécules d'eau* avant leur arrivée au point où elles sont livrées à la consommation.

J'ai indiqué (1) à la Société des ingénieurs civils de France quelles étaient les grandes lignes d'une étude des eaux de sources. Cette étude n'est pas inconnue à la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie; le programme établi, en 1880, par sa Section d'Hydrologie est des plus nets : il a marqué le chemin du progrès.

Les travaux publiés depuis, par les savants que la Société s'honore d'avoir à sa tête, en font foi : ils sont autant de jalons sur la voie que nous suivons.

En France, la Commission scientifique de perfectionnement de l'Observatoire de Montsouris (2) a eu tout dernièrement l'occasion d'entrer

(1) FÉLIX MARBOUTIN, Nouvelle méthode d'étude des eaux de sources. *Bulletin de la Société des Ingénieurs civils de France*, février 1901.

(2) *Travaux de la Commission scientifique de perfectionnement de l'Observatoire municipal pour 1899-1900*. Paris, 1901.

La Commission scientifique de perfectionnement de l'Observatoire municipal de Montsouris est ainsi composée :

*Président* : M. de Selves, préfet de la Seine;

*Membres* : MM. Chautard, Labusquière, Landrin, Navarre, Ambroise Rendu, conseillers municipaux; Adolphe Carnot, membre de l'Institut; docteur Cornil, membre de l'Académie de médecine; Duclaux, membre de l'Institut; Riche, membre de l'Académie de médecine; docteur Roux, membre de l'Institut; Schloësing, membre de l'Institut.

En outre assistent aux séances de la Commission avec voix consultative :

MM. Autrand, secrétaire général de la préfecture; Defrance, directeur administratif des services de la voie publique, des eaux et égouts; Hyerard, directeur du cabinet

résolument dans la voie nouvelle; sous l'impulsion des savants que M. le Préfet de la Seine a su réunir dans cette commission, les méthodes anciennes ont été profondément modifiées et ses travaux, auxquels j'ai eu l'honneur de participer, permettent de résumer comme suit le programme à réaliser pour l'étude des sources.

### Programme d'étude d'une source destinée à l'alimentation.

1° Détermination des trajectoires des molécules d'eau arrivant aux émergences.

2° Détermination du périmètre d'alimentation.

3° Détermination des causes de pollution continues ou intermittentes qui existent dans ce périmètre.

4° Détermination de la nature de l'eau et de son degré de pureté.

Je ne m'occuperai ici que de la partie expérimentale ayant trait à la propagation souterraine des molécules liquides. On trouvera dans le mémoire publié par la Société des ingénieurs civils de France les principes de la nouvelle méthode d'étude des eaux de source (1).

#### I. — Trajectoires des molécules arrivant aux émergences.

L'étude de la propagation des eaux souterraines au moyen des matières colorantes remonte à près d'un demi-siècle. On employait la fuchsine, le bleu de méthyle, les sels de fer, la fluoescéine, etc., que l'on jetait dans les pertes de rivières dans le but de vérifier si ces

du préfet de la Seine; Le Roux, directeur des affaires départementales; Menant, directeur des affaires municipales; Bechmann, ingénieur en chef du service de l'assainissement; Babinet, ingénieur en chef des dérivations; Geslain, ingénieur des ponts et chaussées, inspecteur du service des aqueducs; Hetier, ingénieur en chef du département; Janet, ingénieur en chef au corps des mines; docteur A.-J. Martin, inspecteur général de l'assainissement et de la salubrité; docteur Henry Thierry, inspecteur-adjoint de l'assainissement et de la salubrité de l'habitation; Albert Levy, chef du service chimique de l'Observatoire municipal de Montsouris; docteur Miquel, chef du service micrographique de l'Observatoire municipal de Montsouris; Marboutin, sous-chef du service chimique de l'Observatoire municipal de Montsouris; Cambier, sous-chef du service micrographique de l'Observatoire municipal de Montsouris; Dienert, chef du service local de surveillance des sources de la ville de Paris pour la région de l'Avre et des sources avoisinantes; Le Couppey, ingénieur agronome.

(1) F. MARBOUTIN, *Loc. cit.*

Le pouvoir colorant de la fluorescéine est assez faible si l'on examine la solution par transparence; mais il en est tout autrement si l'examen se fait par réflexion.

La coloration verte est visible à l'œil nu à la dilution de la *dix-millionième* dans un vase en verre ordinaire; on peut encore la déceler à l'œil nu, au quarante-millionième, dans un ruisseau où l'eau coule sur 20 ou 30 centimètres d'épaisseur.

Si l'on examine une solution dans un tube de 1 mètre de long, fermé à une extrémité par un bouchon de caoutchouc noirci à la plombagine, on voit que certaines fluorescéines commerciales peuvent être décelées dans une solution au dix-milliardième (1).

En se basant sur l'écart existant entre la visibilité à l'œil nu et la visibilité au fluoroscope, on peut concevoir qu'il est possible de jeter dans la nappe souterraine une quantité de fluorescéine telle que la coloration soit seulement visible au fluoroscope et, par conséquent, inappréciable pour les habitants de la région où l'on opère.

L'emploi du fluoroscope a de plus l'avantage de permettre d'employer des quantités de fluorescéine infiniment moindres que lorsque l'on opère avec la vision directe, puisque la limite de visibilité est au moins deux à trois cents fois plus faible.

#### PRINCIPE DE LA MÉTHODE ET MODE OPÉRATOIRE.

La méthode comporte trois genres d'opérations :

1° On verse en un point de la nappe souterraine à étudier une certaine quantité de solution de fluorescéine, en même temps qu'un volume d'eau suffisant pour surélever le niveau piézométrique et créer un déplacement de la fluorescéine dans la nappe;

2° Des prélèvements systématiques d'échantillons d'eau sont faits, d'heure en heure, dans tous les puits ou sources du voisinage, à partir de l'origine du jet;

3° Les échantillons sont examinés au fluoroscope par série de même provenance.

A. *Jet de la fluorescéine.* — Le jet de la fluorescéine peut se faire en

(1) F. MARBOUTIN, Contribution à l'étude des eaux souterraines. Courbes isochronochromatiques. (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 11 février 1901.)

tous les points où l'on rencontre une perte de ruisseau ou de rivière, soit dans un bétoire (1), soit dans un lit poreux.

On peut encore opérer le jet dans une rivière souterraine, dans un puisard, et d'une manière plus générale, en tout point où le niveau piézométrique de la nappe est inférieur au niveau du sol, au besoin dans un forage spécialement creusé pour cet usage.

La quantité de fluorescéine à jeter dépend de la nature et de l'importance de la nappe souterraine; il faut essayer d'avoir une coloration représentant une dilution au milliardième avec des eaux parfaitement limpides. Dans le cas où les eaux seraient troubles, il sera prudent de chercher à avoir une dilution se rapprochant du cent-millionième.

J'ai employé 400 grammes de fluorescéine pour l'expérience du bétoire de Veau-Renard (planche V, figure de gauche) en terrain crétacé; le jet a été pratiqué de manière à verser dans la nappe environ 300 grammes de fluorescéine à l'heure. La nappe alimentait un certain nombre de sources qui débitent environ 1 500 litres à la seconde, soit 5 400 mètres cubes à l'heure.

Dans d'autres circonstances, j'ai employé des quantités variables de 0<sup>gr</sup>,500 à 1 kilogramme pour des distances variables de 2 kilomètres à 17 kilomètres avec des nappes ayant un débit moyen de 1 000 litres à 2 000 litres à la seconde.

Je jette en général 1 kilogramme de fluorescéine à l'heure pour un débit présumé de la nappe d'environ 2 mètres cubes à la seconde.

La durée du jet dépend essentiellement du résultat à atteindre et de la puissance d'absorption du bétoire, du puisard ou du forage; mais je ferai remarquer que dans le cas d'un forage l'on est à peu près maître de la charge sous laquelle se fait l'absorption, et, par suite, on peut augmenter le pouvoir absorbant dans une certaine mesure.

Lorsque l'on a de grandes masses d'eau à colorer, il est quelquefois avantageux de prolonger la durée du jet.

Lorsque l'on opère dans une rivière qui n'est absorbée que partiellement, on devra toujours essayer d'isoler la partie absorbante pour éviter l'entraînement de la fluorescéine dans le courant, et l'on sera conduit à jeter le plus rapidement possible de fortes quantités de fluo-

(1) Les bétoires, connus sous des noms très divers (bimes, endouzairs, etc.), sont les points où un effondrement, une fissure, rencontre le lit d'un ruisseau ou d'une rivière, le niveau piézométrique de la nappe souterraine étant inférieur au niveau du sol en ce point.

Nous avons eu des produits dont le pouvoir colorant limité était des plus faibles; il y a toujours lieu de procéder à un essai.

Une bonne fluorescéine pour coloration des eaux doit être visible au fluoroscope à la dilution du *dix-milliardième*.

L'examen de coloration doit se faire en plein jour en se plaçant devant un mur blanc et en ayant soin d'éviter un fond de verdure.

#### COURBES ISOCHRONO-CHROMATIQUES. — CONCLUSIONS.

Lorsque l'on aura obtenu un certain nombre de points colorés, il sera facile de tracer des courbes *isochrono-chromatiques*; pour cela, on placera sur la carte de la région les points où l'on a obtenu une coloration, et l'on joindra ces points à celui où l'on a fait le jet. La ligne ainsi obtenue sera divisée en un nombre exact de parties égales, ce nombre étant égal au nombre d'heures que la fluorescéine a mises à arriver au point considéré, et ces points seront numérotés en partant de l'origine du jet.

En joignant les points correspondant à la dixième heure, on aura la courbe-lieu des points où la fluorescéine est arrivée au bout de ce temps. Les autres courbes s'obtiendront de la même manière en opérant par interpolation, s'il y a lieu.

La planche (1) annexée (planche V) représente une partie de la vallée de l'Avre, aux environs de Verneuil; j'ai donné plus haut la description géologique de cette vallée d'après les études de M. Léon Janet, ingénieur en chef des mines.

Cette planche comporte deux cartes figurant deux expériences de coloration des eaux souterraines, l'une faite au bétoire de Veau-Renard, l'autre au bétoire du Haut-Chevrier.

L'expérience du bétoire du Veau-Renard, sur le Buternay, a donné des courbes qui mettent en évidence la ligne de propagation passant par les Harangères, la ferme de l'Orme, la source Ganderolle et la rive droite de la Vigne.

L'expérience du bétoire du Haut-Chevrier sur le ruisseau de Lamblore met en évidence la zone de stagnation des environs de Hérangeville et de Bois-Spert, ainsi que les lignes de grande propagation passant par

(1) *Extraits des travaux de la Commission scientifique de l'Observatoire municipal de Montsouris pour les années 1899-1900.* Paris 1901.

Morvilliers, Beauche, la Varenne, la source des Trois-Mulets, en laissant à gauche la vallée de la Vigne.

On peut, en outre, remarquer que les lignes de grande propagation sont toujours situées dans le voisinage de mardelles.

Il peut arriver que les eaux superficielles s'engagent dans de véritables rivières souterraines isolées de la nappe aquifère des puits, soit en tout temps, soit seulement en basses eaux. Dans ce cas, il sera impossible de tracer des isochrono-chromatiques, puisque l'on n'aura, en général, que deux points à sa disposition : l'arrivée et le point où s'est effectué le jet.

Mais, inversement, lorsque, malgré des recherches répétées, on n'arrive pas à avoir de puits colorés, il y a de fortes présomptions pour que l'on ait affaire à une rivière souterraine. Dans ce cas, l'examen attentif de la région mettra, en général, en évidence des effondrements plus ou moins nombreux sur le parcours de cette rivière, ce qui permettra de la jalonner.

Un nivellement de la nappe, fait au baromètre altimétrique, donnera les pentes moyennes et permettra, dans certains cas, de montrer que cette rivière est isolée de la nappe.

Enfin, la température des puits fera ressortir des différences souvent assez prononcées avec la température de la source qui, elle-même, suivra les variations de température des eaux superficielles dont elle est l'exutoire.

Dans une même région, avec une nappe aquifère circulant dans la même couche géologique : la craie, j'ai observé plusieurs phénomènes qui me paraissent susceptibles de l'interprétation suivante :

1° La fluorescéine se montre en des points très nombreux et dans un secteur dont l'angle au centre est voisin de  $180^\circ$  : cela indique l'existence d'une véritable nappe.

La carte de l'expérience du Haut-Chevrier en est un exemple. On pourra voir sur cette carte des lignes de grande propagation passant par Morvilliers, Beauche, la Varenne et la source des Trois-Mulets.

Dans cette expérience, il a été versé dans le béttoire du Haut-Chevrier, dans la vallée de Lamblore, 900 grammes de fluorescéine, à raison de 450 grammes à l'heure ; la fluorescéine a été décelée jusqu'à 11 kilomètres du point où se faisait le jet et sur une superficie de 80 kilomètres carrés environ ; la vitesse moyenne de propagation a été de 150 mètres à l'heure.

2° La fluorescéine ne se montre dans aucun puits ; elle apparaît à une des sources ou à un même groupe de sources : cela indique la pro-

Ces éléments obtenus, on a la cote de la surface de l'eau dans le puits, c'est-à-dire le niveau piézométrique du point considéré.

Il suffira alors de transporter ces cotes sur une carte de la région et de tracer des courbes de niveaux qui représenteront la surface piézométrique de la nappe considérée. Il ne sera pas, en général, nécessaire de faire un nivellement très exact. L'emploi du baromètre altimétrique est tout indiqué et donnera le plus souvent des résultats très suffisants.

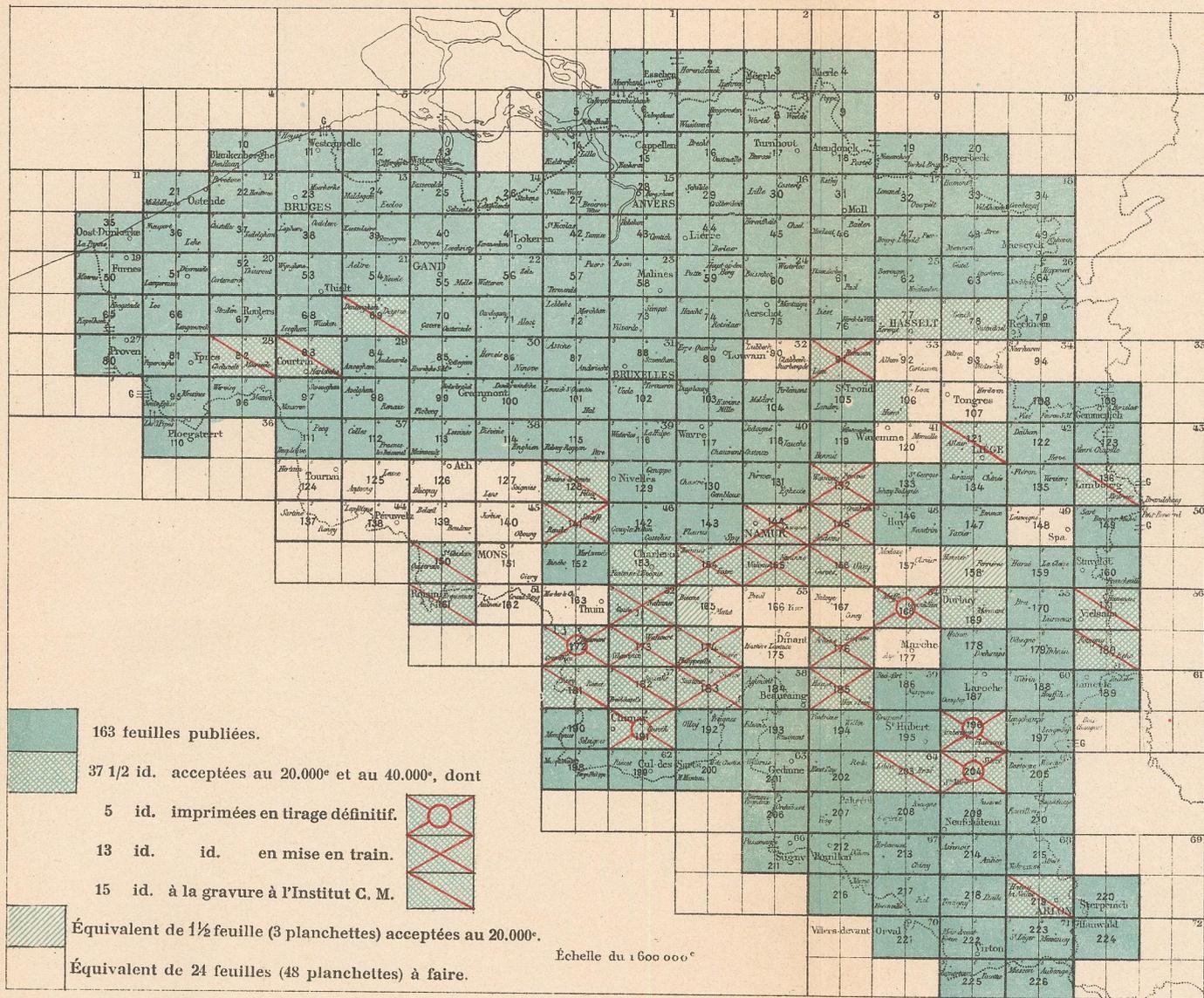
#### Usage des courbes isochrono-chromatiques dans les projets de captage ou de drainage.

Nous avons vu que les courbes isochrono-chromatiques donnent les lignes de plus grande propagation des nappes d'eau souterraines, c'est-à-dire les lignes qui sont le plus recherchées dans les projets de drainage d'un coteau ou d'une plaine.

Il suffira, en effet, d'établir les drains principaux suivant ces lignes. Ces drains seront les collecteurs naturels de la nappe, dont le drainage sera complété par une série de galeries secondaires disposées perpendiculairement aux premières. L'importance et le nombre de ces galeries seront eux-mêmes déterminés par l'écartement des courbes isochrono-chromatiques, qui indiquent les régions où les molécules d'eau circulent avec de plus ou moins grandes facilités.

---

TABLEAU D'ASSEMBLAGE DES 226 FEUILLES DE LA CARTE GÉOLOGIQUE DE LA BELGIQUE A L'ÉCHELLE DU 40000°  
ÉTAT DE LA PUBLICATION AU 10 MAI 1901



EXPÉRIENCE DU BÉTOIRE DE VEAU RENARD

EXPÉRIENCE DU BÉTOIRE DU HAUT CHEVRIER

