

Zeitschrift: Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles
Herausgeber: Société Vaudoise des Sciences Naturelles
Band: 14 (1875-1877)
Heft: 77

Artikel: Étude sur les poussières cosmiques
Autor: Yung, E.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-258475>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 24.02.2026

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

É T U D E
SUR LES
POUSSIÈRES COSMIQUES
PAR
E. Y U N G

Depuis Lavoisier, Cavendisch et les chimistes de la fin du siècle dernier, les éléments de la couche gazeuse qui enveloppe notre globe ont été l'objet d'analyses multipliées qui ont eu pour résultat de faire connaître d'une manière exacte leur importance relative, dans les phénomènes physiques, chimiques et physiologiques. Dans notre siècle seulement, l'attention des physiciens se porta sur les corps figurés flottant dans cette atmosphère, et leur étude a donné lieu à un grand nombre de travaux des plus importants. Ces corps figurés sont de natures très diverses et appartiennent aux règnes organique et anorganique. La plupart proviennent du sol auquel ils ont été arrachés par les vents et répandus dans les différentes couches atmosphériques par les courants ascendants. D'autres, caractérisés par leur composition chimique et leur forme particulière, nous arrivent des espaces interplanétaires. Notre terre dans sa marche les ramasse pour ainsi dire, et une fois entrés dans sa sphère d'attraction,

ils tombent à la manière des aérolithes. Nous conserverons à ces corps le nom générique de *poussière*, et nous les distinguerons en deux groupes : les *poussières telluriques*, qui ont été l'objet d'un travail magistral dû à Pouchet qui a minutieusement étudié au microscope les poussières de tous les lieux et de toutes les époques, et les *poussières cosmiques* sur lesquelles l'attention des physiciens s'est plus récemment portée. Ce sont ces dernières poussières dont nous demandons la permission d'entretenir quelques instants la Société, et présenter quelques résultats obtenus depuis une année que nous les étudions.

M. W. de Fonvielle (¹) prouve dans une récente communication que Wolffhart dit Lycosthène, savant Alsacien qui fut diacre de l'église St-Léonard, à Bâle, et le P. Kircher avaient connaissance de la présence du chlorhydrate d'ammoniaque dans les alluvions atmosphériques. C'est là un indice que la pluie, la neige, etc., avaient été l'objet de leurs observations, et nous savons maintenant quelle immense importance cette substance, si anciennement signalée, a prise depuis que M. Schlösing a presque créé une branche spéciale d'analyse pour cette matière de haute portée pour la végétation.

En 1825, Brandes dosa mois par mois les substances chimiques contenues dans l'eau de pluie tombée près de Salzüflen en Allemagne. Il y constata au dire d'Arago (²) la présence de matières végéto-animautes, du chlorure de magnésium, du sulfate de magnésie, du carbonate de chaux, du carbonate de potasse, de sels ammoniacaux, de l'oxyde de manganèse et de l'*oxyde de fer*. Nous insis-

(¹) Compte-rendu de l'Académie des sciences, t. LXXXII, p. 527.

(²) C.-r. de l'Académie des sciences, t. XXXIV, p. 824.

tons sur ce dernier corps qui nous occupera plus particulièrement.

En 1851 M. Barral, dans une série d'analyses d'eaux de pluie recueillies à l'observatoire de Paris, dans le but d'y doser l'acide azotique dont la présence était vivement contestée, fit la distillation de 5,57 litres d'eau qui lui donna un résidu sec, jaunâtre, pesant 183 milligrammes (¹), dans lequel il constata la présence d'une substance insoluble dans l'eau, l'alcool et l'éther, dans la proportion de 15 milligr. et dont la dissolution dans l'eau régale lui donna toutes les réactions du fer. « La présence de ce corps en si forte proportion nous eût fort étonné, dit-il, si nous n'eussions remarqué que les feuilles de platine formant l'udomètre avaient été coupées, martelées, puis soudées à l'or avec des instruments en fer qui avaient pu céder quelques parcelles de ce métal entraînées à la longue par la pluie à l'état d'oxyde. »

Nous verrons plus loin que ce fer pouvait avoir aussi une origine plus lointaine.

Je ne sache pas que le fer ait été dosé dans les eaux météoriques, il n'est pas mentionné dans les analyses. MM. Boussingault, Péligot, Bineau de Lyon et Marchand s'en sont tenus surtout aux dosages des gaz (²), des sels ammoniacaux, du chlorure de sodium, du sulfate de soude et des matières organiques. Nous ne venons malheureusement pas combler cette lacune, mais nous tenons à confirmer par 15 analyses qualitatives des résidus de l'évaporation à sec de neige provenant de diverses alti-

(¹) C.-r. de l'Académie des sciences, t. XXXVI, p. 184.

(²) Voyez le résumé de ces analyses dans le dictionnaire de Würtz, article eau.

tudes, la présence constante du fer dans ces neiges, et nous venons par là confirmer les observations déjà publiées sur ce point par M. Gaston Tissandier.

L'idée première d'attribuer le fer répandu en poussière dans l'atmosphère à une chute de poussières cosmiques appartient, croyons-nous, à M. Ehrenberg (¹). Après avoir analysé au microscope plusieurs poussières tombées sur des vaisseaux, soit à l'île de Malte, soit dans l'Océan indien (poussières recueillies par Darwin), il leur attribua d'abord une origine africaine; mais ayant constaté la différence de couleur entre les poussières de Malte et du Cap-Vert qui sont orangées, et le sable d'un blanc éblouissant qui recouvre le Sahara, et se basant d'autre part sur la grande distance géographique des lieux où ces poussières furent observées, ainsi que sur leur couleur rougeâtre décelant la présence d'une grande quantité d'oxyde de fer, il hasarda l'hypothèse « qu'elles pourraient bien être soutenues dans les couches supérieures de l'atmosphère d'où des causes particulières en détermineraient la chute (²). »

Cette hypothèse fut reprise et portée plus loin par M. Nordenskjöld. Dans une lettre à M. Daubrée du 9 septembre 1872 (³), ce savant explorateur annonce qu'il a trouvé dans une analyse de neige, faite avec toutes les précautions nécessaires, des particules noires comme la suie, contenant, avec une matière organique, de très petites paillettes de fer métallique. Pensant que cette poussière provenait peut-être des cheminées de Stockholm,

(¹) Frorieps Notizen, N° 802, février 1846.

(²) V. Arch. des sciences phys. et nat., t. II, 1846.

(³) C.-r. de l'Académie des sciences, t. LXXVII, p. 463.

M. Nordenskjöld pria son frère qui demeure dans une partie assez déserte de l'intérieur de la Finlande, de lui recueillir de la neige et il y reconnut les mêmes particules qui, triturées, dit-il, dans un mortier d'agate, furent reconnues pour du fer métallique. M. Nordenskjöld répéta ses observations au Spitzberg, il remarqua « à la surface de la glace et à quelques centimètres plus bas la présence d'une poussière grise mêlée à de petits grains magnétiques qui n'étaient autre que du fer entouré d'oxyde et contenant probablement aussi du charbon. » « Cette observation, dit M. Nordenskjöld, me paraît prouver que la neige et la pluie amènent des poussières cosmiques en petite quantité. »

L'année suivante, en 1874, le même savant revient sur cette question d'une manière plus affirmative encore (¹). Il donne une analyse plus complète de neige ramassée par lui sur l'*Inlandis*, mer de glace intérieure du Groenland. « La quantité de substance dont j'ai pu disposer, dit-il, était trop minime pour qu'il pût être question d'une analyse quantitative, mais en dissolvant cette poussière dans l'eau régale, séparant le fer par l'ammoniaque en excès, précipitant les autres métaux par le sulfhydrate d'ammoniaque, puis traitant le précipité au chalumeau avec du borax, j'ai pu constater la présence du nickel et du cobalt. »

Enfin, dans une grêle tombée à Stockholm, il reconnut encore la présence de petits granules qui, triturés, donnèrent des lames de fer métallique, mais cette grêle ayant été recueillie au milieu d'une ville, il fait de justes réserves. « Je suis personnellement convaincu que la grêle

(¹) C.-r. de l'Académie des sciences, t. LXXVIII, p. 236.

s'était condensée autour de grains minimes d'une origine cosmique flottant dans l'air; mais il y a une très grande différence entre une conviction personnelle et une conviction scientifique; je regarde cependant comme prouvée l'existence d'une poussière cosmique tombant imperceptiblement et continuellement. » Il nous semble, en effet, que ces faits étaient déjà bien convaincants; mais M. Gaston Tissandier est venu leur donner l'appui de nouvelles recherches.

Il s'agissait de multiplier les preuves que ce fer constamment reconnu ne provenait pas du sol. M. Tissandier y est parvenu par l'observation microscopique. Les poussières recueillies dans les lieux élevés, constamment ouverts à tous les vents, et peu fréquentés par les hommes, contiennent toutes du fer.

M. Tissandier l'a reconnu dans les poussières de Notre-Dame de Paris, et nous-même l'avons constaté d'une manière positive dans celles de plusieurs autres cathédrales. Ce fer n'est pas sensible seulement aux réactifs chimiques, mais il est encore parfaitement reconnaissable au microscope par la forme particulière qui le caractérise. Nous possédons des préparations de diverses poussières renfermant les globules de fer dont parle M. Tissandier (¹) dont nous joignons les figures principales à ce travail.

Trois méthodes ont été employées pour arriver à la connaissance des corpuscules atmosphériques :

1^o L'étude chimique et microscopique des eaux de pluie ou de neige;

2^o L'étude des poussières déposées par les vents dans

(¹) C.-r. de l'Académie des sciences, t. LXXXI, p. 576.

les lieux élevés ou sur des plaques enduites de glycérine (W. de Fonvielle);

3° Le lavage direct d'un certain volume d'air dans un appareil à boules de Liebig.

Ce dernier procédé, employé par plusieurs expérimentateurs, a surtout donné d'intéressants résultats à M. Tissandier (¹), qui dosa dans un même volume d'air la quantité de matières solides après une pluie abondante, après huit jours de sécheresse en été, et à plusieurs reprises dans des conditions normales. Comme on devait s'y attendre, la quantité par mètre cube variait dans de fortes proportions, selon que l'air avait été lavé par la pluie ou que les poussières s'y étaient accumulées par un temps sec. Le fer s'y trouvant toujours, M. Tissandier rappelle que depuis longtemps déjà il attribuait à ce métal une origine cosmique et que cette opinion est confirmée chez lui par les recherches de M. Nordenskjöld. Il revient sur cette hypothèse dans son mémoire du 4 janvier 1875 (²). Enfin, il lui donne une dernière confirmation dans un important travail du mois d'octobre 1875. Ayant recueilli des poussières par les méthodes déjà signalées et en ayant encore obtenu en tendant dans l'atmosphère une feuille de papier d'une surface donnée, il promena dans leur masse un aimant sur les pôles duquel il surprit la présence de petits corpuscules sphériques, munis d'une petite aspérité en forme de goulot. Ces corpuscules ont une très grande importance, ils témoignent que le fer qui les constitue a été porté à une très haute température, car nous pouvons en faire la synthèse en brûlant dans une

(¹) C.-r. de l'Académie des sciences, t. LXXVIII, p. 821.

(²) C.-r. de l'Académie des sciences, t. LXXX, p. 58.

flamme d'hydrogène du fer réduit en poudre impalpable, en battant du briquet ou en frappant le fer rouge au marteau (oxyde des battitures).

Après ce court exposé historique de l'état actuel de la question, qui demanderait plus de développement, nous résumerons en quelques mots nos propres observations.

Nous avons fait, pendant les années 1875 et 1876, 15 dosages de la matière solide contenue dans des neiges recueillies à différentes altitudes : à Montreux (425^m), aux Avants (979^m) et à l'Hospice du Grand St-Bernard (2490^m). Cette neige a toujours été recueillie dans les mêmes conditions, c'est-à-dire sur une surface aussi grande que possible, en ayant soin de n'y pas intéresser les couches inférieures, trop proches du sol, auquel elles auraient pu emprunter des substances étrangères, ni les couches superficielles salies parfois de débris végétaux. Ces analyses concernent donc une couche moyenne de neige distante au moins de 1 à 2 centimètres du sol et de 1 centimètre de la surface, couche qu'on peut considérer comme ne renfermant en matière minérale que ce que l'atmosphère lui a abandonné. Recueillie dans des ballons de verre, elle était évaporée dans une capsule de porcelaine dont des essais préalables nous avaient permis l'emploi, l'acide chlorhydrique bouillant n'y ayant jamais, même à la longue, dissout trace de fer. Nous donnons ici le résultat de ces dosages :

DATES	LIEUX	OBSERVATIONS	
		Quantité de mat. solides par litre.	Milligr.
13 févr. 1875	Les Avants		25
?	Montreux		104
7 mars 1875	Les Avants	Neige en petite quantité, résultat douteux, forte réaction	17,6
5 oct.	Hosp. du St-Bernard		70
21 nov.	Montreux		100
20 »	Id.	Grésil tombé en abondance, présence de carbonates; la plus faible proportion que dans la précédente s'explique par le fait que le grésil balaie moins bien que la neige.	87,5
5 déc.	Chamossal (1287 ^m)	Présence du fer en très faible proportion.	16,6
12 »	Montreux	Il n'aït pas tombé d'eau depuis 8 jours.	83,2
14 janv. 1876	Hosp. du St-Bernard	Evaporée, elle ne donne point de cristaux d'ammoniaque.	60
5 févr.	Montreux	Après quelques jours, elle fourmille d'infusoires inférieurs.	50
17 »	Hosp. du St-Bernard	Il faut remarquer qu'un épais brouillard avait séjourné sur Montreux depuis une longue série de jours. La réaction du fer est peu sensible.	40
18 mars	Montreux	Présence de chlorures très sensible.	92,8
19 »	Id.		35,6
18 »	Les Avants	Présence de chlorures. La proportion relativement faible s'explique par la neige tombée la veille.	42,8
24 »	Hosp. du St-Bernard		36,8

Ce tableau montre que, conformément à ce qu'il était permis de prévoir, la neige recueillie à Montreux est plus riche en matières solides que celle des Avants, la neige du 18 mars recueillie le même jour dans ces deux loca-

lités montre bien ce résultat. Mais afin de se rendre compte de la valeur relative des résultats, il faut noter l'état de l'atmosphère pendant les jours qui ont précédé la chute de la neige. Il est évident qu'à la suite de pluies ou d'un brouillard prolongés, une neige n'entraînera que fort peu de particules solides, celles-ci ayant été lavées par les chutes précédentes, tandis que l'inverse aura lieu si les jours précédents ont été secs.

Les résidus de ces neiges furent d'abord dissous dans l'eau distillée qui entraîna dans tous les cas des chlorures, puis dans de l'acide chlorhydrique pur, chez lequel nous étions assuré de la parfaite absence du fer. Dans quelques résidus une légère effervescence décela la présence de carbonates, mais dans tous sans exception la présence du fer fut constatée d'une manière incontestable, quoique parfois en très faible quantité. N'ayant opéré que sur de petits volumes d'eau (700 à 1500 cent. cubes environ), nous n'avons pu doser le fer d'une manière absolue; nous sommes cependant parvenus à l'évaluer d'une manière relative en nous basant sur l'intensité de la coloration du sulfocyanure de potassium dans une même quantité de dissolution acide dont nous recueillions le sulfocyanure de fer dans une quantité donnée d'éther. Ce procédé, soumis à plusieurs causes d'erreurs, nous a montré cependant que le fer se trouve en plus forte proportion dans les régions basses que dans les régions élevées de l'atmosphère. Nous devons toutefois signaler la neige recueillie à Montreux le 5 février 1876 comme faisant exception à cette règle, ne nous ayant donné qu'une faible réaction colorée.

Nous n'avons pas réussi à constater dans la neige la présence des globules caractéristiques, comme M. Tissandier l'a fait dans le sédiment d'une neige ramassée par

son frère sur les flancs du Mont-Blanc, au Col-des-Fours, à une altitude de 2710 mètres. Mais nous y avons vu souvent des particules irrégulières attirables à l'aimant, ainsi que des particules organiques. A plusieurs reprises, nous avons rencontré des cristallisations de sels ammoniacaux et de petits cubes de chlorure de sodium (fig. 5 et 6). La recherche du nickel ne nous a donné que des résultats négatifs à cause de la faible quantité de résidus, bien inférieure à celle dont disposait M. Nordenskjöld.

Nous nous proposons de continuer ces recherches sur des masses de neige plus considérables, ainsi que par le procédé de lavage employé par M. Tissandier. La difficulté d'obtenir un aspirateur mécanique assez puissant et facilement transportable sur de hautes cimes nous a seule empêché de le faire jusqu'à présent. Il sera en effet intéressant de laver de grandes quantités d'air à différentes altitudes et à différentes époques de l'année, afin d'y doser le fer directement par la méthode très sensible du permanganate de potasse, soit indirectement par la méthode de coloration dont je me suis servi et que je m'occupe à régulariser. Il est à présumer que ce fer, provenant des espaces célestes, doit se trouver en plus grande abondance dans notre atmosphère après les pluies d'étoiles filantes des mois d'août et novembre. Ce serait là une nouvelle preuve en faveur de l'hypothèse, ajoutée à celles de MM. Tissandier et Nordenskjöld, qui sont la forme globulaire du fer et l'analyse spectrale de la lumière des aurores boréales faite par MM. Parent et Wykander (¹). Ce spectre est analogue à celui de la partie inférieure d'une flamme de bougie et indique par là la présence de petits corps solides dans les régions élevées où se passe le phénomène des aurores.

(¹) C.-r. de l'Académie des sciences, t. LXXVII, p. 187.

Avant de quitter les neiges nous y avons recherché l'iode avec un soin particulier. M. Chatin, dans une série de mémoires publiés depuis 1850, nous a révélé la très grande diffusion de l'iode dans la nature. Dans un dernier travail du mois de janvier de cette année (¹), il énumère les causes d'insuccès dans la recherche de minimes quantités d'iode et il indique une marche à suivre pour arriver à ce résultat. Nous avons suivi scrupuleusement toutes ses indications et malgré nos précautions, et nous l'avouerons, malgré notre désir, nous n'en n'avons point rencontré dans la neige examinée. Nous devons cependant rendre hommage à la sensibilité de son procédé qui nous a permis de retrouver, dans des expériences comparatives, des traces d'iodure de potassium introduites dans de grandes quantités d'eau.

L'iode étant au dire de M. Chatin le satellite du fer, nous aimons à croire qu'on rencontrera ce métalloïde dans des recherches opérées sur des quantités de neige plus considérables. Enfin, nous avons toujours obtenu dans des résidus de neige une matière azotée et gélantineuse ne précipitant pas par l'acide métaphosphorique ; nous en reprendrons l'étude dès que les moyens nous le permettront.

Quant aux poussières recueillies dans les clochers d'églises, nous en avons fait plusieurs préparations microscopiques. Dans la plupart nous avons trouvé des globules de fer en assez fortes proportions ; dans celles des tours de Notre-Dame de Paris (observées par M. Tissandier), ainsi que celles de l'église de Vallorbes (où l'industrie du fer est répandue sous tant de formes diverses). Dans d'autres poussières (Lausanne, Genève, Varsovie, Samara, etc.),

(¹) C.-r. de l'Académie des sciences, t. LXXXII, p. 123.

ces globules sont moins fréquents. Pour les recueillir, nous promenons dans la poussière une aiguille aimantée que nous balayons ensuite au moyen d'un pinceau sur une plaque de verre. Examinées au microscope, ces particules ferrugineuses présentent les formes les plus diverses, parmi lesquelles se distingue immédiatement la forme globulaire avec ses aspérités et ses échancrures, comme le représentent les fig. 2, 3 et 4. Quelques granules ressemblent à de petites bombes volcaniques. Leur grosseur varie beaucoup dans une même poussière et en général elles sont moins unies et moins parfaitement sphériques que celles obtenues par voie de fusion dans une flamme d'hydrogène; souvent leur contour est raboteux et au lieu d'une seule aspérité en présentent deux ou trois. Leur extrême petitesse et leur opacité empêchent une étude détaillée de leur structure. On les voit aisément rouler et danser, en promenant légèrement une aiguille aimantée sur le verrelet qui les recouvre, les particules anguleuses sont les plus vivement agitées.

Il est essentiel de parvenir à les doser afin de se faire une juste idée du rôle qu'elles jouent dans la physique du globe. Il faut arriver à bien distinguer ce qui tombe du ciel de ce qui provient de notre sol, et, sous ce rapport, il nous reste beaucoup à faire. Il serait prématué de calculer aujourd'hui ce qui vient réellement augmenter la masse de la terre, tous les nombres indiqués seraient nécessairement entachés d'erreur. Cette question est importante en ce qu'elle touche à plusieurs problèmes non encore définitivement résolus. Ce qu'on peut affirmer dès maintenant, c'est que les espaces interplanétaires ne sont pas purs de tous matériaux solides, qu'il y flotte au contraire des particules métalliques très ténues, que ces particules attirées dans les couches de notre atmosphère y

jouent un rôle important dans la dispersion de la lumière solaire. (Tyndal a montré en effet que les gaz purs n'ont aucune action dispersive sur la lumière.) Elles servent à expliquer les traînées lumineuses des bolides, le spectre particulier des aurores boréales, et ces aérolithes microscopiques par leur apport journalier doivent augmenter la masse de notre globe, permettant par là d'expliquer, comme l'a très bien fait voir M. Ch. Dufour, l'accélération séculaire du mouvement de la lune (¹). Le point difficile sera de mesurer la valeur de cet apport. Nous nous proposons de continuer ces recherches afin d'arriver à la connaissance de la variation dans la quantité du fer aux différentes époques de l'année correspondantes à de grands phénomènes cosmiques, et nous serons heureux de recevoir à cet égard des conseils des physiciens que cette question intéresse. Pour le moment nous concluons :

1^o Que le fer existe dans toutes les poussières accumulées par les vents depuis des siècles, dans les clochers d'église;

2^o Que ce fer flottant dans l'atmosphère est entraîné dans sa chute par la neige où nous l'avons toujours rencontré;

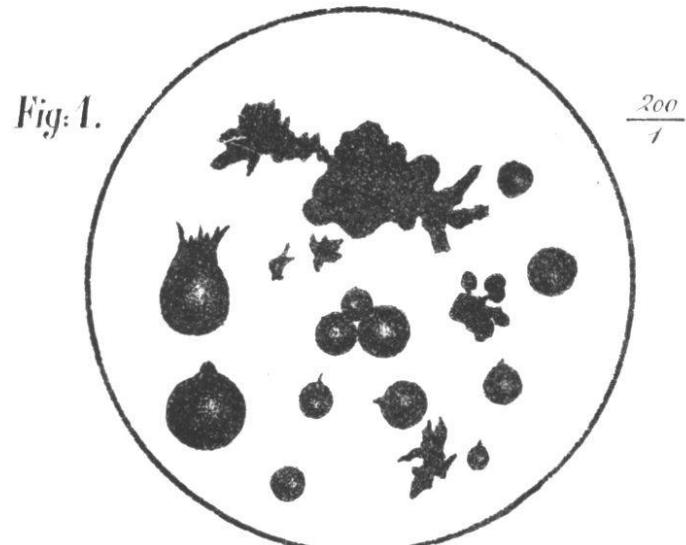
3^o Que sa forme globulaire indique qu'il a été porté à une haute température;

4^o Que les faits tendent à prouver son origine céleste;

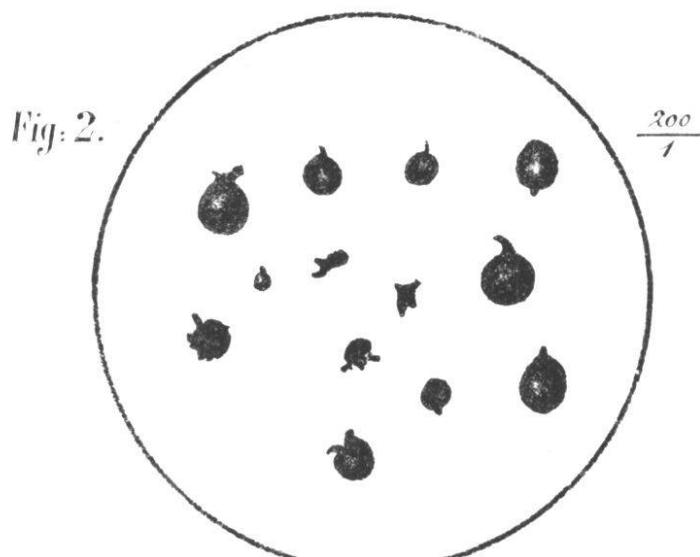
5^o Qu'il joue un rôle important dans la physique du globe, mais que la science, afin de s'en faire une juste idée, doit viser à évaluer quantitativement le phénomène et l'étudier dans ses variations.

(¹) C.-r. de l'Académie des sciences, t. LXII, p. 840.

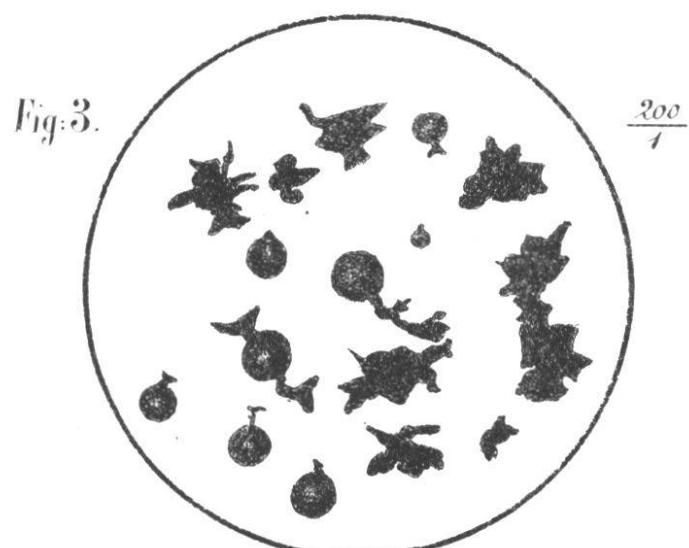




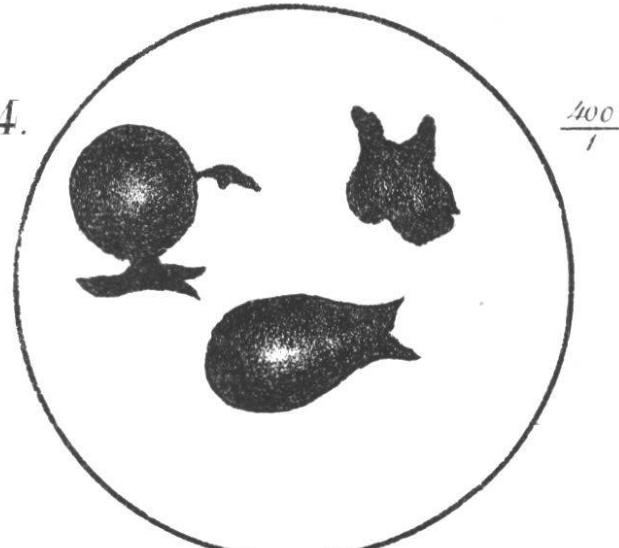
Globules résultant de la combustion du fer en poudre impalpable dans une flamme de gaz hydrogène!



Globules de fer attirés par l'aimant dans la poussière des tours de Notre-Dame de Paris.



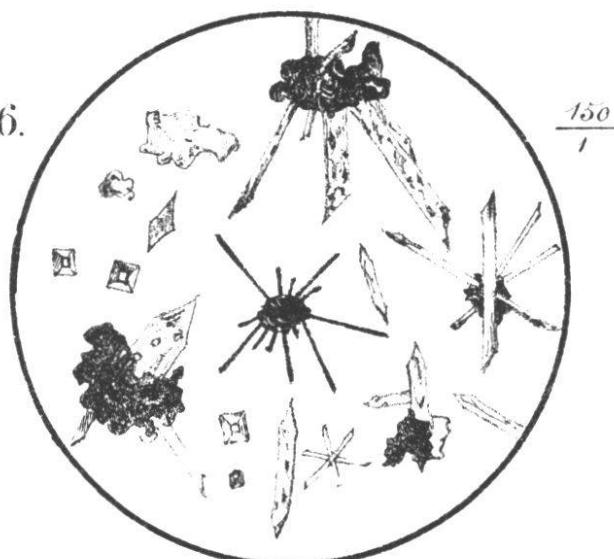
Particules de fer attirées par une aiguille aimantée dans la poussière de l'Église de Saint-Pierre à Genève.



Poussière de St. Pierre à Genève.



Cristallisation de la neige du St. Bernard.



Autre cristallisation de neige.