

ACADEMIE ROYALE
des sciences, des lettres & des beaux-arts
DE BELGIQUE



Cette œuvre littéraire est soumise à la législation belge en matière de droit d'auteur.
Elle a été publiée et numérisée par l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique.

Utilisation

L'Académie royale de Belgique met gratuitement à la disposition du public les copies numérisées d'œuvres littéraires appartenant au domaine public : aucune rémunération ne peut être réclamée par des tiers ni pour leur consultation ni au prétexte du droit d'auteur.

Pour les œuvres ne faisant pas encore partie du domaine public, l'Académie royale de Belgique aura pris soin de conclure un accord avec les ayants droit afin de permettre leur numérisation et mise à disposition.

Les documents numérisés peuvent être utilisés à des fins de recherche, d'enseignement ou à usage privé.

Quiconque souhaitant utiliser les documents à d'autres fins et/ou les distribuer contre rémunération est tenu d'en demander l'autorisation à l'Académie royale de Belgique (Palais des Académies, rue Ducale, 1 - B-1000 Bruxelles), en joignant à sa requête, l'auteur, le titre et l'éditeur du ou des documents concernés.

Pour toutes les utilisations autorisées, l'utilisateur s'engage à citer, dans son travail, les documents utilisés par la mention « Académie royale de Belgique » accompagnée des précisions indispensables à l'identification des documents.

Par ailleurs, quiconque publie un travail – dans les limites des utilisations autorisées – basé sur une partie substantielle d'un ou plusieurs document(s) numérisé(s) s'engage à remettre ou à envoyer gratuitement à l'Académie royale de Belgique, un exemplaire ou à défaut, un extrait justificatif de cette publication.

Responsabilité

Malgré les efforts consentis pour garantir les meilleures conditions d'accessibilité et de qualité des documents numérisés, des déficiences peuvent y subsister. L'Académie royale de Belgique décline toute responsabilité concernant les coûts, dommages et dépenses entraînés par l'accès et l'utilisation des documents numérisés. Elle ne pourra en outre être mise en cause dans l'exploitation subséquente des documents numérisés et la dénomination « Académie royale de Belgique » ne pourra être ni utilisée, ni ternie au prétexte d'utiliser des documents numérisés mis à disposition par elle.

Les liens profonds, donnant directement accès à une copie numérique particulière, sont autorisés si :

1. les sites pointant vers ces documents informent clairement leurs utilisateurs qu'ils y ont accès via le site web de l'Académie royale de Belgique ;
2. l'utilisateur, cliquant sur un de ces liens profonds, devra voir le document s'ouvrir dans une nouvelle fenêtre. Cette action pourra être accompagnée de l'avertissement « Vous accédez à un document du site web de l'Académie royale de Belgique ».

Reproduction

Sous format électronique

Pour toutes les utilisations autorisées mentionnées dans ce règlement, le téléchargement, la copie et le stockage des données numériques sont permis ; à l'exception du dépôt dans une autre base de données, qui est interdit.

Sous format papier

Pour toutes les utilisations autorisées mentionnées dans le présent texte, les fac-similés exacts, les impressions et les photocopies, ainsi que le copié/collé sont permis.

Références

Quel que soit le support de reproduction, la suppression des références à l'Académie royale de Belgique dans les copies numériques est interdite.

ANALYSE
DES
EAUX MINÉRALES DE SPA,

FAITE SUR LES LIEUX,
PENDANT L'ÉTÉ DE L'ANNÉE 1830;

PAR

J. PLATEAU,

PROFESSEUR DE PHYSIQUE A L'UNIVERSITÉ DE GAND, ETC.

(Mémoire lu à la séance du 5 août 1843.)





AVANT-PROPOS.

Ce travail ayant été entrepris d'après l'invitation de la commune de Spa, le manuscrit contenant tous les détails des opérations fut immédiatement déposé entre les mains des magistrats de la ville; mais, sans doute à cause des troubles de la révolution qui éclatèrent vers cette époque, le mémoire demeura dans les archives de la commune, sans être livré à la publicité; on n'en trouve que des résumés ou des extraits parfois inexacts, dans les petits ouvrages que l'on vend, à Spa, aux étrangers qui viennent visiter les eaux. Exclusivement absorbé depuis ce temps par des recherches de physique, j'avais moi-même à peu près oublié ce travail, lorsqu'à l'occasion d'un second séjour que je fis à Spa l'année dernière, l'idée me vint de demander que l'on voulût bien me confier mon manuscrit, pour le présenter à l'académie et en proposer la publication dans nos Mémoires.

Depuis 1830, la chimie a fait de grands pas, les procédés d'analyse se sont perfectionnés, et le langage chimique a subi quelques modifications. Je prie donc les savants qui liront ce mémoire, de ne pas



oublier qu'il est écrit depuis treize années; j'ai cru devoir n'y rien changer.

Les eaux de Spa ont été analysées à différentes reprises, d'abord par le Dr Lucas, en 1757; puis par Bergman, en 1775; ensuite par le Dr John Ash, en 1787; et par le Dr Jones, en 1814 et 1816. On trouve, dans le traité du Dr Lezaack sur les eaux de Spa, les tableaux des résultats de ces diverses analyses, à l'exception de celle du Dr Lucas ¹.

En 1837 et 1838, M. Martens a analysé de nouveau les eaux de Spa; mais les résultats de cette dernière analyse, destinés à figurer dans un travail général entrepris par ordre du gouvernement sur les eaux minérales du royaume, n'ont pas encore été publiés.

Quoique j'aie donné beaucoup de soin à la partie quantitative de mon analyse, et que j'en aie exposé les résultats comme absolus, on ne doit cependant les considérer que comme se rapportant à l'état des eaux à l'époque où elles ont été puisées pour cet objet : car il paraît que les proportions des substances qu'elles tiennent en dissolution, varient beaucoup sous les diverses influences atmosphériques. C'est du moins ce qui résulte des analyses faites par le Dr Jones, et ce qui est admis à Spa pour l'eau du Pouhon.

Il me reste à faire, à ce sujet, une remarque importante. On regarde, à Spa, l'eau du Pouhon comme étant de beaucoup la plus ferrugineuse, et l'on prétend qu'on s'en aperçoit fort bien au goût. Les analyses de John Ash et de Jones viennent confirmer cette opinion, et M. Martens m'a assuré que son travail donnait aussi ce résultat. Mon analyse, au contraire, indique sensiblement la même quantité de fer pour les trois sources du Pouhon, de la Sauvenière et du Groesbeeck, et je me

¹ Le tableau des résultats de mon analyse s'y trouve également; mais il renferme quelques inexactitudes.



AVANT-PROPOS.

5

souviens, d'ailleurs, qu'il m'était impossible de trouver entre ces eaux aucune différence de saveur. Cette discordance entre mes résultats et ceux des autres chimistes, trouve son explication naturelle dans la circonstance dont j'ai parlé plus haut; mais il semble résulter de cette même discordance, que j'ai fait mon analyse à une époque exceptionnelle, à une époque où les quantités de fer de la Sauvenière et du Groesbeeck se rapprochaient de celle du Pouhon, tandis qu'en général cette dernière surpasserait de beaucoup toutes les autres. S'il en est réellement ainsi, mon analyse pourrait entraîner quelques inconvénients sous le point de vue médicinal, c'est pourquoi j'insiste sur ce point. Ce serait, à mon avis, un travail intéressant, que de comparer les quantités de fer contenues à différentes époques dans les principales sources minérales de Spa.





ANALYSE

DES

EAUX MINÉRALES DE SPA,

FAITE SUR LES LIEUX,

PENDANT L'ÉTÉ DE L'ANNÉE 1830.

ANALYSE QUALITATIVE.

ESSAIS FAITS A LA SOURCE MÊME.

1^o POUHON.

L'eau du Pouhon récemment puisée m'a toujours paru légèrement blanchâtre, je ne lui ai pas reconnu cette limpidité parfaite que possèdent les autres sources de Spa. Propriétés physiques.

Il se dégage continuellement, du fond de la source, des bulles de gaz quelquefois très-volumineuses qui viennent crever à la surface.



Les parois du bassin sont recouvertes d'un dépôt rougeâtre qui a l'aspect de l'oxyde de fer.

Si l'on remplit un verre à moitié de cette eau, qu'on le recouvre avec la main, qu'on l'agite fortement et qu'on le porte ensuite promptement sous le nez après l'avoir découvert, on sent une odeur légère d'acide carbonique mêlée de quelque chose de ferrugineux, mais sans mélange bien évident d'hydrogène sulfuré. Lorsqu'on n'emploie pas ce procédé, l'eau est à peu près inodore.

La saveur de cette eau est aigrelette, piquante et ferrugineuse.

Ce qui précède indique déjà d'une manière presque certaine, que le Pouhon contient du fer et de l'acide carbonique libre, et doit être rangé parmi les sources acidules ferrugineuses.

On a tenu plongé dans la fontaine, pendant quelques minutes, un thermomètre de Réaumur, et lorsqu'on l'en a retiré, il marquait à très-peu près 7°. La température extérieure était de 9°.

Si l'on remplit d'eau minérale un grand verre, et qu'on l'abandonne au repos, il s'en dégage d'abord une quantité de petites bulles; bientôt le verre entier se parseme de ces bulles, qui acquièrent de plus en plus de volume, et se détachent enfin de temps à autre pour venir crever à la surface. Après quelques heures, il se forme sur l'eau une pellicule irisée; enfin la liqueur finit par se troubler légèrement, et par laisser déposer un sédiment jaunâtre.

Propriétés chimiques.

Pour s'assurer, au moyen des réactifs, que l'eau ne contenait ni acide hydro-sulfurique libre, ni hydro-sulfate en dissolution, on a rempli complètement de cette eau un grand flacon à l'émeri, puis on y a versé une seule goutte d'une solution d'acétate de plomb, et l'on a bouché le flacon : il s'est formé de suite un nuage blanc; on a abandonné la liqueur à elle-même, et le précipité examiné après plusieurs heures était demeuré blanc. On peut conclure de là que l'eau du Pouhon ne contient pas sensiblement d'hydrogène sulfuré.

Cependant, si l'on tient pendant environ un quart d'heure, près de la surface de l'eau, à l'endroit où les bulles viennent crever, un papier sur lequel on a tracé des caractères avec de l'acétate de plomb, on verra ces



caractères prendre une teinte légèrement brunâtre : il résulte de là que le gaz qui se dégage de la source sous forme de bulles, contient une quantité d'acide hydro-sulfurique très-petite à la vérité, mais qu'on peut cependant rendre sensible.

2^o GÉRONSTÈRE.

Lorsqu'on approche du bassin de la fontaine, on est frappé d'une odeur évidente d'hydrogène sulfuré. Propriétés physiques.

L'eau de la Géronstère est parfaitement limpide et incolore.

Je n'ai jamais remarqué de dégagement de bulles dans le bassin de la fontaine ; mais on entend un bruit qui annonce évidemment que des bulles se dégagent en un point plus reculé.

Le dépôt qui tapisse les parois du bassin ne ressemble nullement par sa couleur à ceux des autres sources de Spa, sinon dans les points qui avoisinent la surface de l'eau ; plus bas il est gris ; sans doute parce que le fer y est à l'état de sulfure.

Si, pour rendre l'odeur de l'eau plus sensible, on emploie le moyen que nous avons indiqué plus haut en parlant du Pouhon, on sent une odeur très-prononcée d'hydrogène sulfuré.

L'eau de la Géronstère a une saveur acidule ferrugineuse, mêlée d'un goût distinct quoique faible d'hydrogène sulfuré.

On a trouvé la température de la source de 6°,7 ; la température extérieure était de 15°.

Abandonnée à elle-même dans un verre, l'eau de la Géronstère présente les mêmes phénomènes que celle du Pouhon : il m'a paru seulement qu'ils avaient lieu avec plus de lenteur.

Si l'on verse dans l'eau de la Géronstère une quantité un peu considérable d'acétate de plomb, il s'y forme un précipité blanc abondant qui ne perd aucunement sa blancheur ; mais si au contraire on ne verse qu'une seule goutte d'acétate de plomb dans un grand flacon d'eau minérale, on voit, au bout de quelques secondes, le nuage blanc qui s'était d'abord formé prendre une couleur grise brunâtre. Ce fait Propriétés chimiques.



prouve à l'évidence la présence de l'hydrogène sulfuré dans l'eau de cette source.

En outre, une pièce d'argent déposée au fond de la source et retirée quelques jours après, était complètement noircie du côté qui regardait l'eau ¹. Comme je n'ai pas visité la pièce dans cet intervalle, j'ignore quel est le minimum du temps nécessaire pour que cet effet se produise.

Enfin des papiers sur lesquels on avait tracé des caractères avec de l'acétate de plomb ayant été placés dans la niche qui recouvre la fontaine, près de la surface de l'eau, et la porte de la niche ayant été fermée, une heure a suffi pour rendre ces caractères entièrement bruns. Cet effet peut provenir à la fois de l'hydrogène sulfuré qui existe dans l'eau même, et dont une partie se répand dans l'air au-dessus du bassin, et de celui qui est mêlé au gaz qui se dégage sous forme de bulles, comme nous l'avons dit en parlant du Pouhon.

La première et la troisième de ces expériences sur l'hydrogène sulfuré de la Géronstère, ont été répétées très-souvent, et toujours avec le même succès. Elles l'ont été également par M. Chevreul, qui visitait en ce moment les eaux de Spa.

Il est donc maintenant impossible d'élever aucun doute sur la présence de l'hydrogène sulfuré dans l'eau de la Géronstère ².

La nature sulfureuse de cette source m'a porté à rechercher la présence d'un hypo-sulfite dans l'eau récemment puisée : j'y ai versé, à cet effet, quelques gouttes d'acide sulfurique; il s'est produit à l'instant une petite effervescence, mais le gaz qui se dégageait n'avait aucune odeur d'acide sulfureux, et l'eau ne s'est nullement troublée.

¹ Ce fait prouve que l'acide hydro-sulfurique de la Géronstère y existe, du moins en partie, à l'état de liberté.

Une autre raison qui rend très-probable, me semble-t-il, la supposition de l'existence de la totalité de l'hydrogène sulfuré à l'état libre, c'est la présence du fer : on sait, en effet, que les sels de ce métal sont précipités par les hydro-sulfates, et ne le sont pas par l'hydrogène sulfuré libre.

² J'insiste sur ce fait, parce que l'analyse du Dr Jones l'avait rendu douteux.



DES EAUX MINÉRALES DE SPA.

11

3^o SAUVENIÈRE.

L'eau de la Sauvenière est parfaitement limpide et incolore.

Propriétés physiques.

On a trouvé la température de la source de 6°,5; la température extérieure était de 7°,5.

L'existence d'un dépôt rougeâtre qui tapisse les parois du bassin, le dégagement de bulles gazeuses du fond de la source, l'odeur, la saveur et les phénomènes que présente l'eau récemment puisée et abandonnée au repos, toutes ces propriétés physiques sont analogues à celles du Pouhon.

On a fait, sur l'eau de la Sauvenière, le même essai que sur celle du Pouhon, pour y rechercher la présence de l'hydrogène sulfuré, et l'on a obtenu le même résultat négatif.

Propriétés chimiques.

On a constaté, de la même manière que pour le Pouhon, la présence de l'hydrogène sulfuré en très-petite quantité dans le gaz qui s'échappe sous forme de bulles du fond de la source.

4^o GROESBEECK.

L'eau du Groesbeeck est parfaitement limpide et incolore.

Propriétés physiques.

La température de la source a été trouvée de 6°,1; la température extérieure était de 7°,5. Cette différence de température entre deux sources aussi rapprochées que la Sauvenière et le Groesbeeck, me paraît assez remarquable.

Les autres propriétés physiques sont analogues à celles du Pouhon et de la Sauvenière.

Mêmes expériences et mêmes résultats que pour le Pouhon et la Sauvenière, quant à la recherche de l'acide hydro-sulfurique dans l'eau de la source et dans le gaz qui se dégage du fond du bassin sous forme de bulles.

Propriétés chimiques.

5^o TONNELET.

Les trois sources du Tonnelet sont parfaitement limpides et incolores.

Propriétés physiques.



On leur a trouvé une température commune de 8°. La température extérieure était de 15°.

Elles présentent toutes trois les autres propriétés physiques du Pouhon, de la Sauvenière et du Groesbeeck, d'une manière plus ou moins approchée; il est à remarquer seulement que le dégagement de bulles du fond des sources est beaucoup plus abondant.

Propriétés chimiques.

Mêmes expériences et mêmes résultats que pour le Pouhon, la Sauvenière et le Groesbeeck, quant à la recherche de l'hydrogène sulfuré dans l'eau et dans les bulles gazeuses qui s'échappent du fond des sources.

ESSAIS FAITS DANS LE LABORATOIRE.

Je dois d'abord prévenir ici le lecteur, que, des trois sources du Tonnelet, je n'ai analysé que celle qui est recouverte d'une niche.

En outre, toutes les sources que j'ai soumises à l'analyse m'ayant offert les mêmes effets avec plus ou moins d'intensité par l'emploi des réactifs, je me bornerai à prendre comme exemple celle du Pouhon, afin d'éviter des répétitions inutiles. S'il se présente quelques particularités relatives à l'une ou l'autre source, j'aurai soin de les mentionner.

1° L'eau du Pouhon soumise à une chaleur modérée, laisse d'abord dégager une grande quantité de bulles gazeuses; bientôt il se forme une pellicule à sa surface, elle se trouble, et il s'en sépare un précipité brun rougeâtre clair.

On a fait bouillir fortement, pendant une heure, une portion d'eau du Pouhon, après quoi on l'a filtrée, pour l'examiner conjointement avec l'eau récemment puisée.

On a soumis une autre portion d'eau du Pouhon à la distillation dans une cornue de verre munie de son récipient, et l'on a recueilli le produit pour l'examiner à part. Cette opération exige beaucoup de précautions : il faut ne mettre dans la cornue qu'une petite quantité d'eau eu égard à la capacité de l'instrument, et il faut ménager la chaleur avec



la plus grande attention, sans quoi le gaz qui s'échappe de l'eau projetterait dans le col de la cornue des gouttelettes qui altéreraient le produit de la distillation.

2° L'eau du Pouhon, quoique n'étant pas sensiblement sulfureuse, pourrait cependant provenir d'une source sulfureuse qui aurait été altérée dans son cours par l'action de l'oxygène; dans ce cas, elle contiendrait probablement des hypo-sulfites. Pour rechercher un indice de leur présence, on a versé dans l'eau quelques gouttes d'acide sulfurique; il s'est dégagé à l'instant un grand nombre de bulles, mais qui n'avaient aucunement l'odeur d'acide sulfureux, et il ne s'est formé aucun dépôt de soufre; la liqueur a conservé toute sa limpidité ¹.

3° On a versé dans l'eau du Pouhon récemment puisée quelques gouttes de teinture de tournesol qui a été fortement rougie.

Le papier de tournesol est également rougi par cette eau; mais seulement après quelques secondes, et faiblement.

La teinture rougie a repris sa couleur primitive après environ deux jours et demi d'exposition à l'air. Quant au papier, une demi-heure a suffi pour lui rendre sa teinte primitive.

4° Enfin la teinture et le papier de tournesol ne sont nullement altérés par l'eau qui a été soumise à l'ébullition.

5° L'eau de chaux versée dans l'eau du Pouhon, y forme un précipité blanc qui se redissout bientôt d'une manière complète, à moins qu'on n'ait ajouté trop d'eau de chaux.

Les essais par la teinture et le papier de tournesol et par l'eau de chaux, confirment complètement ce que fait prévoir l'aspect de la source et la saveur de l'eau, savoir que l'eau du Pouhon renferme *de l'acide carbonique libre*, et en quantité considérable.

6° Pour avoir une dernière preuve, quoique superflue, de la pré-

¹ Cependant le nitrate d'argent produit dans l'eau du Pouhon un précipité blanc qui, soustrait immédiatement à l'action de la lumière, devient noir au bout de quelque temps; si l'on se rappelle, d'un autre côté, que le précipité formé par une goutte d'acétate de plomb dans un grand flacon d'eau du Pouhon ne perd pas sa blancheur, on en conclura que cette eau paraît contenir des traces d'hypo-sulfites.



sence de cet acide, mais libre ou combiné, on a ajouté assez d'eau de chaux pour que le précipité ne fût plus redissous, et il a fallu pour cela en ajouter beaucoup; on a laissé déposer, puis on a versé quelques gouttes d'acide hydro-chlorique : aussitôt le précipité s'est redissous avec dégagement de gaz.

7° La teinture de noix de galles donne, après quelques secondes, à l'eau du Pouhon, une couleur vineuse foncée.

8° On a versé dans l'eau du Pouhon quelques gouttes d'acide hydro-chlorique, puis du ferro-cyanure de potassium; il s'est formé à l'instant un léger précipité blanc, qui bientôt a pris une teinte bleuâtre; ce précipité est demeuré en suspension dans la liqueur, et, en l'abandonnant à lui-même, il a pris une couleur de plus en plus foncée en commençant par la partie supérieure du liquide; enfin, au bout de deux jours, la liqueur était d'un bleu foncé magnifique, du moins par réflexion; elle paraissait verte par transmission. Ces caractères appartiennent aux sels de protoxyde de fer.

9° La teinture de noix de galles et le ferro-cyanure de potassium ne produisent plus aucun effet dans l'eau qui a été soumise à l'ébullition.

Les essais par la noix de galles et le ferro-cyanure de potassium sur l'eau récemment puisée, prouvent d'une manière certaine ce que nous avons déjà avancé comme probable, savoir que l'eau du Pouhon contient du fer. Le second prouve, de plus, que le fer y existe à l'état de protoxyde. Enfin les mêmes essais sur l'eau bouillie, prouvent que le protoxyde de fer était tenu en dissolution dans l'eau minérale à la faveur de l'acide carbonique : l'eau du Pouhon contient donc du *bicarbonat* de protoxyde de fer.

10° L'eau qui a été soumise à l'ébullition verdit légèrement le sirop de violettes, et ramène au bleu le papier de tournesol rougi par un acide.

11° Essayée par le sulfate de cuivre, cette même eau bouillie donne un précipité bleu clair qui, préalablement desséché, est redissous avec effervescence par l'acide sulfurique.

Il suit des essais des deux nos précédents et de la présence déjà constatée d'un excès d'acide carbonique dans l'eau minérale, qu'elle



contient un *bi-carbonate de soude* ou de *potasse*, ou peut-être des bi-carbonates de ces deux bases.

12° L'eau du Pouhon distillée a été essayée par le sirop de violettes, qui n'a pas subi d'altération ; elle ne paraît donc pas contenir de carbonate d'ammoniaque.

13° On a essayé l'eau récemment puisée par le nitrate de baryte, après y avoir ajouté de l'acide nitrique, et on n'a obtenu aucun précipité, même après plusieurs heures. Il suit de là que, si l'eau du Pouhon contient des sulfates, ils sont en trop petite quantité pour être indiqués par les réactifs dans une solution aussi étendue. Nous reviendrons sur ce point quand nous en serons à l'analyse par évaporation.

14° Le nitrate d'argent produit dans l'eau du Pouhon un précipité blanc abondant, qui se redissout presque complètement en ajoutant de l'acide nitrique ; ce qui reste est soluble dans l'ammoniaque, et noircit par l'action de la lumière : l'eau du Pouhon contient donc un *chlorure*.

15° L'oxalate de potasse produit un léger précipité blanc dans l'eau récemment puisée, et n'altère pas la transparence de celle qui a bouilli : il résulte de là que l'eau du Pouhon contient de la chaux tenue en dissolution par l'excès d'acide carbonique, c'est-à-dire du *bi-carbonate de chaux*.

16° On a versé dans l'eau récemment puisée quelques gouttes d'acide hydro-chlorique, pour transformer les carbonates en chlorures, puis on a ajouté un petit excès d'ammoniaque pour précipiter les oxydes métalliques, et l'on a séparé par filtration le léger dépôt jaunâtre qui s'était formé ; on a ajouté ensuite de l'oxalate d'ammoniaque en excès, et lorsque le précipité a été complètement formé, on a filtré de nouveau et on a versé dans la liqueur un peu d'ammoniaque, puis du phosphate de soude : il s'est formé bientôt un précipité blanc.

L'eau bouillie essayée par l'ammoniaque et le phosphate de soude, n'a pas donné de précipité.

Il suit de ces deux essais que l'eau du Pouhon contient de la magnésie dissoute par l'excès d'acide carbonique, ou du *bi-carbonate de magnésie*.



17° L'acide sulfurique, comme nous l'avons déjà dit, ne trouble aucunement l'eau du Pouhon, qui, par conséquent, ne paraît pas contenir de baryte.

ANALYSE PAR ÉVAPORATION.

On a soumis à l'évaporation au bain-marie, dans une grande capsule de porcelaine, une quantité assez considérable d'eau du Pouhon.

18° Lorsque le liquide est parvenu de cette manière à un degré avancé de concentration, il dégage une odeur analogue à celle de la colle de menuisier, ce qui atteste la présence de quelque substance organique. Du reste, pendant l'évaporation, il y a dégagement de bulles gazeuses, formation d'une pellicule irisée, et précipitation d'un dépôt tirant sur l'orangé.

Je dois faire remarquer ici, que pendant l'évaporation des eaux de la Sauvenière, du Groesbeeck et du Tonnelet, et lorsque la liqueur est parvenue à un certain degré de concentration, on y voit flotter quantité de paillettes cristallines et brillantes. Les eaux du Pouhon et de la Géronstère ne m'ont pas présenté cet effet.

19° Lorsque la liqueur a été réduite par l'évaporation à un très-petit volume, on l'a filtrée, et on a obtenu ainsi un liquide de couleur jaune sale; d'où il suit que l'eau du Pouhon contient un peu de *matière extractive*. Nous désignerons par A le dépôt demeuré sur le filtre, et par B la liqueur filtrée.

20° La liqueur B a été essayée par quelques gouttes d'acide sulfurique, qui y ont produit une vive effervescence, mais due à l'acide carbonique sans mélange sensible d'acide sulfureux : si donc l'eau du Pouhon renfermait réellement des traces d'hypo-sulfites, ils ont probablement été transformés en sulfates pendant l'évaporation.

21° On a dissous un peu d'amidon dans de l'acide sulfurique étendu



et bouillant, et on a versé cette dissolution dans une partie de la liqueur B; il ne s'est manifesté aucune coloration; alors on a ajouté quelques gouttes d'une solution de chlore, qui n'ont produit aucun effet. L'eau du Pouhon ne contient donc pas sensiblement d'iodures.

22° On a évaporé une autre partie de la liqueur B jusqu'à siccité, et on a broyé une portion du résidu avec quelques gouttes d'une dissolution concentrée de potasse caustique; il ne s'est dégagé aucune odeur d'ammoniaque, et l'extrémité d'un tube de verre humectée d'acide nitrique peu concentré et que l'on tenait près du mélange pendant l'opération, n'a montré aucune production de vapeurs blanches. Il faut en conclure l'absence de sels ammoniacaux dans l'eau du Pouhon.

23° Une autre portion du résidu de l'évaporation de la liqueur B a été projetée sur des charbons ardents, et n'en a aucunement activé la combustion. L'eau du Pouhon paraît donc ne pas contenir de nitrates.

24° On a calciné une troisième portion du résidu dans un creuset de platine; la masse en s'échauffant s'est noircie, puis s'est fondue; refroidie elle était blanche. On l'a reprise par un peu d'eau distillée, et on a filtré pour séparer un peu de matière charbonneuse; on a versé ensuite dans une portion de la liqueur ainsi obtenue, un petit excès d'acide hydro-chlorique pour décomposer les carbonates, puis du chlorure de platine, qui y a formé immédiatement un précipité jaunâtre assez abondant. Ce précipité ne pouvait être dû à des sels ammoniacaux puisqu'on en avait prouvé l'absence, et que d'ailleurs on opérait sur une substance calcinée: il faut donc en conclure que l'eau du Pouhon contient des sels de *potasse*.

25° Une autre portion de cette dissolution du résidu calciné a été traitée par l'acide nitrique en excès et le nitrate de baryte; on a obtenu un précipité blanc assez abondant, qui a refusé de se dissoudre en ajoutant de nouvel acide nitrique, et qui ne s'est pas dissous non plus en ajoutant une grande quantité d'eau distillée. De là nous pouvons conclure la présence de *sulfates* dans l'eau du Pouhon.

26° Les essais préliminaires par les réactifs, et les résultats de



l'analyse par évaporation, nous ont fait voir que la liqueur B contenait de l'acide carbonique, de l'acide sulfurique, du chlore, et de la potasse; mais la quantité de chlorure double de platine et de potassium que l'on a obtenue au moyen du chlorure de platine dans l'essai du n° 24, étant très-petite en comparaison de la masse des sels qui existent dans la liqueur B, on est forcé d'admettre la présence d'une autre base, qui ne peut être que la soude. L'eau du Pouhon contient donc des sels de soude.

27° Une dernière portion du résidu de l'évaporation de la liqueur B, non calciné, a été abandonnée à elle-même pendant vingt-quatre heures, et elle s'est fortement humectée : le résidu dont il s'agit contient donc des sels déliquescents, ce qui rend probable que la potasse est combinée à l'acide carbonique. En effet, de tous les sels que les acides carbonique et sulfurique peuvent former avec la potasse et la soude, et de ceux que le chlore peut former avec le potassium et le sodium, le carbonate de potasse est le seul déliquescent.

D'après cette manière d'envisager l'ordre de combinaison de ces acides et de ces bases, l'eau du Pouhon contiendrait donc :

du bi-carbonate de soude;
du bi-carbonate de potasse;
du sulfate de soude;
du chlorure de sodium.

28° Une partie du dépôt coloré produit pendant l'évaporation de l'eau du Pouhon, et que nous avons désigné par A, a été traitée par un excès d'acide nitrique, et l'on a évaporé à siccité dans un creuset de platine couvert d'un verre de montre. Après l'opération, on n'a pas remarqué sur le verre de traces bien évidentes de corrosion : l'eau du Pouhon paraît donc ne pas contenir de fluures.

29° Une autre partie du dépôt A a été chauffée au rouge avec de la potasse caustique dans une petite capsule d'argent; on a obtenu ainsi une masse verte qui, traitée par l'eau, s'y est dissoute en partie, en



communiquant à l'eau sa couleur. Une partie de cette liqueur verte, essayée par une goutte d'acide sulfurique, a pris à l'instant une belle couleur rose; une autre partie abandonnée à elle-même, a passé peu à peu à la même couleur rose, en déposant des flocons jaunâtres. Ces caractères qui appartiennent au caméléon minéral, prouvent que l'eau du Pouhon contient du manganèse; et comme il s'est déposé à l'état insoluble pendant l'évaporation de l'eau, il faut en conclure qu'il y était tenu en dissolution par l'excès d'acide carbonique : cette eau contient donc du *bi-carbonate de manganèse*.

30° On a traité le reste du dépôt A par l'acide hydro-chlorique faible, qui l'a dissous avec effervescence, à l'exception d'une substance d'apparence gélatineuse. Celle-ci séparée par filtration, était d'un blanc grisâtre, et avait tout l'aspect de la silice. Lavée, séchée et calcinée, elle était blanche et insoluble dans l'acide hydro-chlorique concentré bouillant. Il suit de là que l'eau du Pouhon renferme de la *silice*.

31° La liqueur dont on avait séparé la silice par filtration, était d'un beau jaune, couleur qu'elle devait au perchlorure de fer. On y a cherché la présence de l'alumine. A cet effet, on y a d'abord versé un très-petit excès d'ammoniaque; il s'est formé aussitôt un précipité brun abondant, que l'on a séparé par filtration, et que l'on a soigneusement lavé; on a ensuite soumis ce dépôt pendant quelque temps à l'action de la potasse caustique bouillante, puis on a ajouté de l'eau distillée, et l'on a filtré. La liqueur filtrée a été traitée par un petit excès d'acide hydro-chlorique, puis par un excès de carbonate d'ammoniaque, qui a produit un très-léger dépôt floconneux d'*alumine*.

EXAMEN DES GAZ QUE LES EAUX DE SPA TIENNENT EN DISSOLUTION.

32° A défaut d'appareil hydrargyro-pneumatique, on a employé le moyen suivant : on a rempli complètement d'eau du Pouhon, à la source





même, une fiole que l'on a bouchée fortement avec un bouchon de liège d'où partait un tube de verre recourbé, également plein d'eau minérale. L'appareil ayant été luté, on l'a placé au-dessus d'une lampe, et l'on a recueilli les gaz qui se dégageaient, dans un flacon renversé et plein d'eau; on a porté peu à peu la chaleur jusqu'au point de faire bouillir le liquide, et l'on a continué l'ébullition jusqu'à ce que tout dégagement de gaz eût cessé. Alors on a introduit dans le flacon renversé un morceau de potasse caustique, on a bouché et agité, le flacon, puis on l'a débouché en tenant toujours le goulot plongé dans l'eau. Ce liquide s'y est introduit aussitôt pour remplacer l'acide carbonique absorbé par la potasse; on a de nouveau bouché, agité, et débouché le flacon sous l'eau, dont une nouvelle quantité y est entrée, et l'on a répété cette opération jusqu'à ce qu'il n'y eût plus d'introduction d'eau dans le flacon. Celui-ci qui d'abord était presque complètement plein de gaz, n'en contenait plus maintenant qu'une bulle. On a fait passer cette dernière dans un tube fermé par un bout, et dans lequel on a introduit un petit morceau de phosphore. A l'instant il y a eu production de fumée blanche, et après quelque temps, le volume du gaz avait diminué d'une petite quantité. Ce qui restait ne s'enflammait pas par l'approche d'un corps en ignition, et éteignait celui-ci lorsqu'on l'y plongeait. La bulle gazeuse analysée par le phosphore était donc composée d'*oxygène* et d'*azote* ¹.

On n'a pas fait l'analyse complète des gaz que tient en dissolution l'eau de la Géronstère; mais sa nature sulfureuse rend très-probable qu'elle ne contient pas d'oxygène, et que les gaz qu'elle renferme se composent simplement d'acide carbonique, d'acide hydro-sulfurique, et d'azote.

Rappelons, en terminant cet exposé de notre analyse qualitative, que tous les essais que nous venons de faire sur l'eau du Pouhon, ont donné les mêmes résultats, avec de légères modifications d'intensité, sur les

¹ En relisant mon travail aujourd'hui, je me demande si cette bulle ne provenait pas, en tout ou en partie, de l'air que contenait l'eau qui s'est introduite dans le flacon.

autres sources. Nous en concluons que les eaux minérales de Spa contiennent, d'après notre analyse :

- 1° *de l'acide carbonique libre ;*
- 2° *du bi-carbonate de soude ;*
- 3° *du bi-carbonate de potasse ;*
- 4° *du bi-carbonate de chaux ;*
- 5° *du bi-carbonate de magnésie ;*
- 6° *du bi-carbonate de fer ;*
- 7° *du bi-carbonate de manganèse (en très-petite quantité) ;*
- 8° *du sulfate de soude ;*
- 9° *du chlorure de sodium ;*
- 10° *de la silice ;*
- 11° *de l'alumine (des traces) ;*
- 12° *de peu de matière extractive ;*
- 13° *de l'azote ;*
- 14° *de l'oxygène (excepté dans la Géronstère) }¹ ;*
- 15° *de l'acide hydro-sulfurique (dans la Géronstère seulement) ;*
- 16° *Enfin probablement des traces d'hypo-sulfites.*

ANALYSE QUANTITATIVE.

Nous prendrons encore ici comme exemple l'analyse de l'eau du Pouhon, les mêmes procédés ayant été employés pour toutes les autres sources.

On a donc soumis à l'évaporation au bain-marie, et dans une grande capsule de porcelaine, une nouvelle quantité d'eau du Pouhon, préalablement pesée. A mesure que l'eau s'évaporait, on en versait de nou-

¹ Voyez la note de la page précédente.



veau dans la capsule, de sorte que la quantité totale d'eau évaporée équivalait à 18384 grammes.

Lorsque l'eau a été réduite ainsi à un petit volume, on l'a versée ainsi que le dépôt qu'elle contenait, dans une petite capsule de porcelaine. On a ensuite détaché au moyen d'eau distillée, et en frottant avec le doigt, une partie de ce qui restait adhérent aux parois de la grande capsule, et qui provenait de la cristallisation du carbonate de chaux entraînant avec lui d'autres substances insolubles, telles que de l'oxyde de fer; les eaux de lavage étaient versées dans la petite capsule. Lorsque la grande eut été nettoyée ainsi autant que possible, et qu'on fut bien certain que tout ce qu'il y avait de soluble en avait été enlevé par l'eau distillée, on la mit à part pour enlever plus tard, au moyen de l'acide hydro-chlorique, ce qui y demeurerait encore adhérent.

On a ensuite évaporé presque à siccité, et à une très-douce chaleur, ce que contenait la petite capsule; puis on a ajouté un peu d'eau distillée, et l'on a jeté le tout sur un filtre; on a parfaitement nettoyé la petite capsule en jetant les eaux de lavage sur le filtre; enfin on a complètement lavé à l'eau distillée bouillante le dépôt que le filtre contenait, et l'on a réuni les eaux de lavage à la première liqueur filtrée.

La totalité des substances fixes renfermées dans l'eau minérale, se trouve ainsi partagée en deux parties. La première, composée des substances insolubles demeurées sur le filtre, doit contenir la *chaux*, la *magnésie*, et le *manganèse*, à l'état de carbonates simples; le *fer*, à l'état de peroxyde; la *silice*, et l'*alumine*. La seconde, composée des substances tenues en dissolution dans la liqueur filtrée, doit contenir les *carbonates de soude et de potasse*, le *sulfate de soude*, le *chlorure de sodium*, et la *matière extractive*.

On s'est occupé d'abord de l'analyse de cette seconde partie. A cet effet, on a fait évaporer la liqueur jusqu'à ce qu'elle fût réduite à un très-petit volume; pendant cette évaporation, il s'est formé dans le liquide des flocons blancs assez abondants, qu'un essai préalable m'avait montré être composés de carbonates de chaux et de magnésie. On a



séparé ces flocons par filtration, et après les avoir lavés suffisamment à l'eau distillée bouillante, on les a mis à part avec le filtre qui les contenait.

La liqueur, jointe aux eaux de lavage des flocons blancs, a été évaporée ensuite presque à siccité, en prenant toutes les précautions pour qu'il n'y en eût aucune partie de projetée; on l'a versée ensuite dans un petit creuset de platine, en y joignant l'eau du lavage de la capsule, et l'on a continué l'évaporation jusqu'à siccité dans le creuset. La masse a été alors chauffée jusqu'au rouge et pesée dans le même creuset. Son poids était de 2^{gm},686. Cette opération avait pour but d'obtenir la potasse et la soude à l'état de carbonates simples. On a redissous alors la masse dans l'eau distillée, et on a versé dans la liqueur un excès de nitrate de baryte; il s'est formé à l'instant un précipité abondant de carbonate et de sulfate de baryte, qui, recueilli sur un filtre, lavé à l'eau distillée bouillante, séché, calciné et pesé, équivalait à 3^{gm},858.

On a traité ce mélange par l'acide hydro-chlorique, qui a dissous le carbonate de baryte, et a laissé le sulfate; celui-ci lavé, séché et calciné, pesait 0^{gm},612. Ce poids retranché du poids total du mélange, donne 3^{gm},246 pour le poids du carbonate de baryte.

Le poids du sulfate de baryte donne, par le calcul, pour celui du *sulfate de soude* contenu dans l'eau évaporée, 0^{gm},374; et si l'on représente le poids de celle-ci par 1000, comme nous l'avons fait dans le tableau qui termine ce mémoire, on trouvera une quantité de *sulfate de soude* représentée par 0,0203.

Le carbonate de baryte obtenu contient une quantité d'acide carbonique que l'on trouve, par le calcul, égale à 0,728; cet acide appartient aux carbonates simples de soude et de potasse, et nous permettra de déterminer la quantité de l'un de ces deux sels, quand nous connaîtrons celle de l'autre.

La liqueur dont on avait séparé par filtration le mélange de carbonate et de sulfate de baryte, a été traitée par un excès de nitrate d'argent, qui y a produit un précipité abondant de chlorure de ce métal; ce précipité lavé, séché et pesé, représentait une quantité de *chlorure de*



sodium égale à $0^{\text{sm}},471$; ou, sur mille parties d'eau, la quantité $0,0256$.

Il fallait encore déterminer la quantité de potasse que contenait la liqueur dont on avait séparé le chlorure d'argent, jointe aux eaux de lavage de ce dernier. A cet effet, comme cette liqueur contenait un excès de nitrate de baryte et de nitrate d'argent, on y a d'abord versé un petit excès de chlorure de sodium et de sulfate de soude, et on a filtré, en prenant soin de laver complètement le dépôt, et de joindre les eaux de lavage à la liqueur. Celle-ci a été ensuite évaporée jusqu'à ce qu'elle parût vouloir cristalliser; on l'a traitée alors par un excès de chlorure double de platine et de sodium, et on l'a fait évaporer à une très-douce chaleur jusqu'à siccité. Le résidu a été repris alors par de l'alcool concentré bouillant, qui a dissous l'excès de chlorure double de platine et de sodium sans toucher au sel double de platine et de potassium, qui se trouvait d'ailleurs mélangé d'autres sels insolubles ou peu solubles dans l'alcool, tels que le sulfate de soude; on a lavé le dépôt avec de l'alcool, puis on l'a séché et calciné au rouge dans un creuset de porcelaine, pour décomposer le sel double. On a repris alors par l'eau la masse qui contenait le platine réduit; ce dernier a été séparé par filtration et lavage des sels avec lesquels il se trouvait mêlé, puis il a été calciné de nouveau et pesé; c'est de son poids que l'on a déduit le poids du *bi-carbonate de potasse* contenu dans l'eau évaporée: ce dernier poids était de $0^{\text{sm}},194$, et, sur 1000 parties d'eau, il doit être représenté par $0,0105$.

Cette quantité $0^{\text{sm}},194$ de bi-carbonate de potasse représente une quantité de carbonate simple qui contient $0^{\text{sm}},047$ d'acide carbonique. Si l'on retranche ce poids de $0^{\text{sm}},728$ qui est, comme nous l'avons vu, celui de la quantité totale d'acide contenu dans les carbonates simples de soude et de potasse, il restera $0^{\text{sm}},681$ pour le poids de l'acide du carbonate simple de soude. On déduit aisément de là le poids du *bi-carbonate de soude*, qui, sur 1000 parties d'eau, est égal à $0,1266$.

Ainsi l'eau du Pouhon contient, sur 1000 parties :

Bi-carbonate de soude.	$0,1266$
Bi-carbonate de potasse	$0,0105$

DES EAUX MINÉRALES DE SPA.

25

Sulfate de soude.	0,0203
Chlorure de sodium.	0,0256

Dans cette analyse, on a négligé la *matière extractive*, qui a été détruite par la calcination; cette matière est en très-petite quantité, et d'ailleurs on a coutume de la négliger.

Si l'on veut maintenant évaluer la perte de cette même analyse, il suffira de calculer, d'après les données précédentes, les quantités de carbonates simples de soude et de potasse qui existaient dans la masse calcinée dans le creuset de platine : on aura ainsi :

Carbonate simple de soude	1 ^{gm} ,643
Carbonate simple de potasse	0, 147
Sulfate de soude	0, 374
Chlorure de sodium	0, 471
Total	2 ^{gm} ,635

Si nous retranchons ce nombre de 2^{gm},686 que nous avons obtenu par la pesée directe de la masse, il restera 0^{gm},051 pour la perte : elle n'équivaut pas à 2 centièmes du poids total.

Abordons maintenant l'analyse de la première partie du résidu de l'évaporation de l'eau minérale : cette partie se compose, comme nous l'avons vu, des substances insolubles demeurées sur le filtre.

Des essais préalables m'ayant montré que les quantités de manganèse et d'alumine étaient trop petites pour que je pusse espérer de les évaluer, il ne restait à s'éparer que la *chaux*, la *magnésie*, le *fer*, et la *silice*.

Pour y parvenir, on a d'abord traité la masse par l'acide hydro-chlorique faible, qui a tout dissous à l'exception de la *silice*. Celle-ci lavée, séchée et calcinée, pesait 1^{gm},156, ce qui donne, sur 1000 parties d'eau, la quantité 0,0629.

Le filtre dont on avait enlevé le dépôt, et qui en contenait encore quelques parcelles, a été lavé à l'acide hydro-chlorique étendu, et la liqueur de lavage a été réunie à la première dissolution. On a également dissous dans l'acide hydro-chlorique faible les flocons blancs de carbo-



nates de chaux et de magnésie que l'on avait mis à part (voyez pages 22 et 23), et l'on a de même ajouté la liqueur à la dissolution dont on avait séparé la silice.

Cette dissolution a été traitée alors par un petit excès d'ammoniaque caustique, pour en séparer le peroxyde de fer. Ce dernier recueilli sur un filtre, lavé, séché, calciné et pesé, représentait, sur 1000 parties d'eau, une quantité de *bi-carbonate de protoxyde de fer* égale à 0,0714.

Il restait encore à séparer la chaux et la magnésie. Pour y parvenir, on a versé dans la liqueur dont on avait extrait le fer, un excès d'oxalate d'ammoniaque, et l'on a laissé reposer le mélange pendant plusieurs heures, à une température de 30 à 40 degrés, pour que la précipitation se fit complètement. Le dépôt a été ensuite recueilli sur un filtre, lavé, séché, et calciné fortement dans un creuset de platine, pour transformer l'oxalate calcaire en carbonate; mais comme cette calcination avait pu réduire une partie de la chaux à l'état caustique, on a laissé refroidir la masse dans le creuset, puis on l'a humectée avec une dissolution concentrée de carbonate d'ammoniaque, on l'a séchée de nouveau, puis chauffée jusqu'au rouge naissant, et enfin pesée. Le poids obtenu représentait, sur 1000 parties d'eau, une quantité de *bi-carbonate de chaux* égale à 0,1730.

La liqueur restante contenait encore la magnésie. Pour l'obtenir, on a porté cette liqueur à l'ébullition, et on y a ajouté un excès de carbonate de soude. Après avoir entretenu encore l'ébullition pendant quelque temps, on a laissé refroidir; puis le précipité de carbonate de magnésie qui s'était formé a été recueilli sur un filtre et lavé avec un peu d'eau; la liqueur filtrée a été ensuite évaporée à siccité, et la masse traitée par l'eau bouillante, qui a laissé une nouvelle portion de magnésie non dissoute (on s'est assuré, avant de recueillir cette dernière portion, que la liqueur surnageante contenait un excès de carbonate de soude). Le carbonate de magnésie ainsi obtenu a été lavé avec les précautions convenables, puis séché et calciné fortement pour le réduire à l'état de magnésie caustique. Pesé dans cet état, il représentait, sur 1000 parties d'eau, une quantité de *bi-carbonate de magnésie* égale à 0,1674.



DES EAUX MINÉRALES DE SPA.

27

L'eau du Pouhon contient donc, sur 1000 parties :

Bi-carbonate de chaux.	0,1750
Bi-carbonate de magnésie	0,1674
Bi-carbonate de protoxyde de fer	0,0714
Silice	0,0629

Il s'agit maintenant de déterminer la quantité d'acide carbonique libre contenue dans l'eau du Pouhon. Pour y parvenir, voici la marche que l'on a suivie. On a puisé l'eau minérale à la source, en l'agitant le moins possible, à l'aide d'un bocal allongé à large ouverture, de manière à remplir celui-ci jusqu'aux deux tiers environ de sa hauteur; on a marqué aussitôt le niveau de l'eau dans le bocal à l'aide d'un trait de lime, et on y a versé, sans perdre de temps, un excès d'un mélange de chlorure de barium, et d'ammoniaque caustique; puis on a bouché parfaitement le bocal, et on l'a renversé plusieurs fois pour que le mélange se fit complètement. Il s'est produit aussitôt un précipité abondant blanc-jaunâtre de carbonate de baryte mêlé sans doute d'une petite quantité de fer ¹. On a laissé reposer pendant 24 heures pour que la précipitation fût complète, après quoi on a recueilli le précipité sur un filtre, et on l'a lavé. On l'a ensuite dissous dans l'acide hydro-chlorique faible, et on a précipité la dissolution par le sulfate de soude; le sulfate de baryte ainsi obtenu, a été séparé par filtration, lavé, séché, calciné et pesé. Son poids était de 2^{gm},831. D'un autre côté, on a pesé une quantité d'eau du Pouhon égale à celle sur laquelle on avait opéré, ce qui était aisé au moyen de la marque tracée sur le bocal, et on l'a trouvée de 216^{gm},4. Or le carbonate de baryte représenté par la quantité de sulfate obtenue, contient tout l'acide carbonique, libre et combiné, qui existe dans cette quantité d'eau : il est donc aisé de dé-

¹ On ne compte pas ici la petite quantité de sulfate de baryte due au sulfate de soude contenu dans l'eau : nous avons vu plus haut que cette petite quantité ne pouvait être rendue sensible dans l'eau non évaporée.



terminer, par le calcul, le poids de cet acide, qui, sur 1000 parties d'eau, est égal à 2,4809.

Il faut maintenant, pour avoir la quantité d'acide carbonique libre, retrancher de ce nombre la somme des quantités d'acide contenues dans les bi-carbonates de soude, de potasse, de chaux, de magnésie, et de fer. Or, on trouve aisément les quantités suivantes, sur 1000 parties d'eau :

Acide carbonique contenu dans le bi-carbonate de soude	0,0742
Id. dans le bi-carbonate de potasse.	0,0051
Id. dans le bi-carbonate de magnésie.	0,1157
Id. dans le bi-carbonate de chaux.	0,1052
Id. dans le bi-carbonate de fer.	0,0598
Total.	0,3400

Si l'on retranche maintenant cette somme du nombre 2,4809 obtenu plus haut, on aura, pour représenter *l'acide carbonique libre* sur 1000 parties d'eau du Pouhon, le nombre 2,1409.

Je n'ai pas cherché à évaluer les quantités d'oxygène et d'azote contenues dans l'eau du Pouhon, parce que ces quantités sont petites, et qu'on a coutume de les négliger ¹.

Reste enfin la détermination de la quantité d'acide hydro-sulfurique contenue dans l'eau de la Géronstère.

Pour y parvenir, j'ai d'abord essayé d'employer le sulfate de cuivre mêlé d'acide hydro-chlorique; mais je n'ai rien obtenu. Alors j'ai eu recours au moyen suivant, qui m'a assez bien réussi. J'ai rempli d'eau de la Géronstère, à la source, un grand flacon, dans lequel j'ai versé immédiatement quelques gouttes d'acétate de plomb; j'ai bouché de suite le flacon, et je l'ai renversé plusieurs fois pour opérer le mélange, puis je l'ai abandonné au repos pendant 12 heures. Après ce temps,

¹ Voy. la note de la page 20.



le précipité formé de carbonate et de sulfure de plomb s'étant déposé, j'ai décanté la plus grande partie possible de l'eau surnageante, et j'ai introduit le reste avec le dépôt, dans un petit flacon; enfin j'ai versé dans ce dernier une quantité suffisante d'acide acétique, qui a dissous le carbonate de plomb, et a laissé le sulfure; mais comme la quantité obtenue était extrêmement petite, j'ai recommencé sept fois la même opération, en réunissant tous les résultats, et je me suis procuré, de cette manière, sur un poids total d'eau égal à 11417 grammes, une quantité de sulfure de plomb pesant 0sm,019. De là on conclut, par le calcul, que l'eau de la Géronstère contient, sur 1000 parties, une quantité d'acide hydro-sulfurique égale à 0,0002.

Je dois faire mention ici d'une particularité assez singulière, et qui jette de l'incertitude sur ce résultat : c'est que si l'on verse dans l'eau de la Géronstère une quantité d'acétate de plomb qui dépasse une certaine limite, la quantité de sulfure de plomb obtenue sera moindre, de sorte que si la quantité d'acétate de plomb est assez considérable, celle de sulfure pourra être inappréciable. Or, comme je ne me suis aperçu de cette singulière circonstance que vers la fin de mes opérations, et que le temps me manquait pour chercher la quantité d'acétate qui donnait le maximum de sulfure, il est probable que la quantité d'hydrogène sulfuré trouvée, est en dessous de la réalité.





TABLEAU*De la composition des eaux minérales de Spa¹.*

Le poids de l'eau analysée est représenté par 1000.

NOMS des SOURCES.	TEMPÉR. en degrés de Réaumur	Acide carbonique libre.		Bi-	Bi-	Bi-	Bi-	Bi-	Sulfate	Chlorure		Hydrogène sulfuré.		AUTRES SUBSTANCES.
		En POIDS.	En VOLUME. — Le vol. d'eau est représ. par 1000.	carbonate de soude.	carbonate de potasse.	carbonate de chaux.	carbonate de magnésie.	carbonate de fer.	de soude.	de sodium.	Silice.	En POIDS.	En VOLUME. — Le vol. d'eau est représ. par 1000.	
Pouhon	7;0	2,1409	1085,5	0,1266	0,0105	0,1750	0,1674	0,0714	0,0205	0,0256	0,0629			Toutes ces eaux con- tiennent, en outre :
Gérônstère	6;7	2,1089	1069,1	0,0568	0,0064	0,1572	0,1212	0,0420	0,0051	0,0065	0,0150	0,0002	0,155	Du bi-carbonate de manganèse, en quantité trop petite pour qu'on ait pu la déterminer.
Grévenière	6;5	2,2664	1148,9	0,0379	0,0058	0,1115	0,0489	0,0715	0,0045	0,0057	0,0107			Des traces d'alumine. Un peu de matière ex- tractive.
Groesbeeck	6;1	2,1815	1105,8	0,0156	0,0059	0,1153	0,1157	0,0718	0,0094	0,0051	0,0049			Une petite quantité d'oxygène, excepté dans la Gérônstère ² .
Tonnelet	8;0	2,2550	1153,0	0,0011	0,0025	0,0625	0,0595	0,0615	0,0191	0,0079	0,0207			Une petite quantité d'a- zote ³ . Probablement des tra- ces d'hypo-sulfites.

¹ Je répéterai ici ce que j'ai dit dans l'avant-propos, savoir, qu'il ne faut considérer toutes les quantités données dans ce tableau, que comme se rapportant à l'état des eaux minérales à l'époque où je les ai puisées pour les soumettre à l'analyse, les proportions paraissant varier avec les influences atmosphériques.² Voir la note de la page 20.³ Idem.

