
S U P P L É M E N T
A U R E G N E M I N É R A L .

*De la nature des Eaux minérales , & de
leur analyse.*

AP R È S avoir considéré tous les corps qui composent le règne minéral, après en avoir examiné les propriétés & les diverses combinaisons, nous avons cru devoir placer ici l'histoire des eaux minérales, parce que ces fluides tenant souvent en dissolution des matières terreuses, salines & métalliques, ensemble ou séparément, il eût été impossible d'en reconnoître l'existence, sans avoir auparavant acquis des connoissances sur les principes qui les minéralisent. Nous plaçons encore ici cet examen des eaux minérales avec d'autant plus d'avantage, qu'il pourra servir de résumé à ce que nous avons dit sur les minéraux, en rappelant la plupart des principes sur les moyens d'en faire l'analyse.

§. I. *Définition & histoire des Eaux minérales.*

O N donne le nom d'eaux minérales à celles

qui contiennent quelques minéraux en dissolution. Cependant, comme il n'y a pas une eau, même parmi les plus pures que la nature nous présente, qui ne soit imprégnée de quelques-unes de ces substances, on doit restreindre le nom d'eaux minérales à celles qui tiennent assez de matières en dissolution, pour produire un effet sensible sur l'économie animale, & pour être susceptibles de guérir ou de prévenir les maladies auxquelles nos corps sont exposés (1); c'est pour cela que le nom d'eaux *médicinales* paroîtroit beaucoup mieux convenable à ces fluides, que celui sous lequel on les connoît communément, & que l'usage ne permet pas de changer.

Les premières connoissances que l'on a eues sur les eaux minérales, sont dues au hasard, comme toutes celles dont l'homme jouit. Les bons effets qu'elles auront produits chez ceux

(1) On doit observer que des eaux qui ne contiennent point de principes sensibles à l'analyse, peuvent cependant produire des effets marqués sur l'économie animale; il suffit pour cela qu'elles soient très-légères, très-vives, & que leur température soit au-dessus de celle des eaux communes. C'est ainsi qu'agissent les eaux de Plombières & de Luxeuil, qui paroissent ne différer des eaux pures que par leur chaleur.

qui en auront usé, ont sans doute été cause qu'on les a distinguées des eaux communes. Les premiers savans qui ont réfléchi sur leurs propriétés, ne se sont guère attachés qu'à leurs qualités sensibles; telles que la couleur, la pesanteur ou la légèreté, l'odeur & la saveur. Plin avoit cependant déjà distingué un grand nombre d'eaux, soit par leurs propriétés physiques, soit par l'utilité qu'on pouvoit en retirer. Mais ce n'est que dans le dix-septième siècle qu'on a commencé à chercher les moyens de connoître les différens principes tenus en dissolution dans les eaux, en les traitant par les procédés que la chimie étoit seule capable de fournir. Boyle est un des premiers qui, dans les belles expériences sur les couleurs qu'il publia à Oxford en 1663, fit connoître plusieurs réactifs capables d'indiquer par les altérations de leurs nuances, les substances dissoutes dans l'eau. L'académie des sciences de Paris sentit, dès son institution, combien l'analyse des eaux étoit importante, & Duclos entreprit en 1667 de faire l'examen de celles de la France. On trouve dans les anciens mémoires de cette compagnie, les recherches de ce chimiste sur cet objet. Boyle s'occupa spécialement des eaux minérales vers la fin du dix-septième siècle, & il donna un ouvrage sur cette matière, en 1685. Boulduc publia en

1729 une méthode d'analyser les eaux, beaucoup plus parfaite que celles qu'on avoit employées jusqu'à lui; elle consiste à évaporer ces fluides à différentes reprises, & à séparer par le filtre les substances qui se déposent, à mesure que l'évaporation a lieu.

Plusieurs chimistes célèbres se sont ensuite occupés avec succès des eaux minérales. Chacun d'eux a fait des découvertes précieuses, relativement aux différens principes contenus dans ces fluides. Ainsi Boulduc y a trouvé le natrum, dont il a déterminé la nature; le Roy, médecin de Montpellier, le muriate calcaire; Margraf, le muriate de magnésie; M. Priestley, l'acide carbonique; MM. Monnet & Bergman, le gaz hydrogène sulfuré ou *hépatique*. Ces deux derniers chimistes, outre les découvertes dont ils ont enrichi l'analyse des eaux, ont encore donné des traités complets sur la manière de procéder à cette analyse, & ils ont porté cette partie de la chimie à un degré de précision beaucoup plus grand qu'elle ne l'avoit été avant eux. Outre cela, il existe des analyses particulières d'un grand nombre d'eaux minérales, faites par des chimistes très-habiles, & qui répandent beaucoup de jour sur ce travail, regardé avec raison comme le plus difficile de tous ceux que la chimie-pratique présente. Les bornes

que nous devons nous prescrire, ne nous permettent pas d'entrer dans tous les détails de l'histoire de l'analyse des eaux qu'on trouve dans plusieurs ouvrages. D'ailleurs nous aurons soin d'indiquer les auteurs des découvertes, à mesure que l'occasion s'en présentera.

§. II. *Principes contenus dans les Eaux minérales.*

Il n'y a que peu d'années qu'on connoît assez exactement toutes les substances qui peuvent être tenues en dissolution dans les eaux. On conçoit que cela est dû à ce que la chimie n'avoit pas encore fourni les connoissances exactes dont on avoit besoin pour déterminer la nature de ces matières, & que ce n'est qu'à mesure qu'on a découvert des moyens de les reconnoître, qu'on a été certain de leur existence. Une autre raison qui a encore retardé les progrès de la science à cet égard, c'est que les matières minérales dissoutes dans les eaux, n'y sont presque jamais qu'à des doses très-petites, & que d'ailleurs elles y sont toujours mêlées plusieurs ensemble; de sorte qu'elles masquent réciproquement les propriétés qui en constituent les caractères distinctifs. Quoi qu'il en soit, les recherches multipliées des chimistes

que nous avons cités, & d'un grand nombre d'autres que nous citerons plus bas, ont appris qu'il y a quelques substances minérales qui se trouvent très-fréquemment dans les eaux; que quelques autres ne s'y rencontrent que rarement; enfin, que plusieurs n'y existent jamais. Passons maintenant en revue chaque classe de ces substances, suivant l'ordre dans lequel nous les avons examinées.

La terre silicée est quelquefois suspendue dans les eaux, & comme elle y est dans un très-grand état de division, elle y reste en suspension sans se précipiter; mais elle n'y existe jamais qu'en quantité infiniment petite. Peut-être les alcalis & la craie à l'état de carbonates, contribuent-ils à rendre la silice dissoluble.

L'alumine paroît aussi s'y rencontrer; la finesse extrême de cette terre, qui fait qu'elle se trouve partagée dans tous les points des eaux, est en même-tems cause qu'elle en trouble la transparence. En effet, les eaux argileuses sont louches, blanchâtres, & ont une couleur de perle ou d'opale; elles sont aussi grasses au toucher, & ont reçu le nom de savoneuses. Il paroît que l'acide carbonique favorise la suspension & la dissolution de l'alumine dans les eaux.

La baryte, la magnésie & la chaux ne sont

jamais pures dans les eaux; elles y sont toujours combinées avec des acides.

Les alcalis fixes ne s'y rencontrent jamais non plus dans leur état de pureté, mais ils s'y trouvent fréquemment dans l'état de sels neutres.

Il en est de même de l'ammoniaque, & de la plupart des acides. Cependant l'acide carbonique est souvent libre & jouissant de toutes ses propriétés dans les eaux. Il constitue même une classe particulière d'eaux minérales, connues sous le nom d'*eaux gazeuses, spiritueuses* ou *acidules*.

Parmi les sels neutres à base d'alcalis fixes, il n'y a que le sulfate de soude ou *sel de Glauber*, les muriates de soude & de potasse, le carbonate de soude, qui sont fréquemment tenus en dissolution dans les eaux minérales. Le nitrate & le carbonate de potasse ne s'y trouvent que très-rarement.

Le sulfate de chaux, le muriate calcaire, la craie, le sulfate de magnésie ou *sel d'Epsom*, le muriate de magnésie & le carbonate de magnésie, sont ceux des sels neutres terreux qui se rencontrent le plus communément dans les eaux. Quant aux nitrates de chaux & de magnésie, que quelques chimistes ont annoncés, ces sels ne se trouvent ordinairement que dans les eaux salées, & presque jamais dans les eaux minérales proprement dites.

Les sels neutres alumineux & ceux à base de baryte ne sont presque jamais en dissolution dans les eaux. L'alun ou sulfate acide d'alumine paroît exister dans quelques eaux (1).

Le gaz hydrogène pur ne s'est point encore rencontré tenu en dissolution dans les eaux minérales.

On n'a point trouvé le soufre pur dans ces fluides; quelquefois, quoique très-rarement, il y existe en petite quantité dans l'état de sulfure de soude; mais le plus souvent, c'est le gaz hydrogène sulfuré qui les minéralise & qui constitue les eaux sulfureuses.

Enfin, parmi les métaux, le fer est le plus fréquemment dissous dans les eaux, & il peut s'y trouver dans deux états, ou combiné avec l'acide carbonique, ou uni à l'acide sulfurique. Quelques chimistes ont pensé qu'il pouvoit aussi y être dissous dans son état métallique & sans intermède acide; mais, comme ce métal n'existe presque jamais dans la nature, sans être dans

(1) Nous ne parlons pas de l'opinion de le Givre & des autres chimistes, qui regardoient l'alun comme un des principes les plus constants des eaux minérales; mais des analyses exactes, qui ont indiqué à Mitouart la présence de l'alun dans les eaux de la Dominique de Vals, & à M. Opoix l'existence de ce sel dans les eaux de Provins.

l'état d'oxide combiné aux acides carbonique & sulfurique, l'opinion de ces savans ne pouvoit être adoptée que dans le tems où l'on ne connoissoit point encore le premier de ces acides, & où l'on étoit embarrassé pour concevoir la dissolubilité du fer dans l'eau, sans le secours de l'acide sulfurique. Bergman assure qu'il s'en rencontre uni à l'acide muriatique dans quelques eaux, ainsi que la manganèse.

L'oxide d'arsenic, les sulfates de cuivre & de zinc qu'on trouve dans plusieurs eaux, leur donnent des propriétés vénéneuses, & on ne doit en reconnoître la présence que pour éviter l'usage de ces fluides.

Quant au bitume que plusieurs auteurs ont admis dans les eaux, la plupart des chimistes en nient aujourd'hui l'existence. C'étoit spécialement d'après le goût amer des eaux, que l'on y soupçonnoit ce corps huileux; mais on fait que cette saveur, qui n'existe point dans le bitume, dépend entièrement du muriate calcaire.

Il n'est pas difficile de concevoir comment l'eau qui coule dans l'intérieur du globe, & sur-tout des montagnes, peut se charger des différentes substances dont nous venons d'offrir la liste. On conçoit encore, d'après la nature des couches de terre que les eaux parcourent, d'après leur étendue, & d'après la quantité va-

riable de l'eau, pourquoi elles sont plus ou moins chargées de principes, pourquoi la quantité & la nature de ces principes varient quelquefois dans les mêmes eaux, sur-tout si l'on a égard aux changemens de direction que ces fluides peuvent éprouver par les altérations multipliées dont le globe est susceptible, spécialement à sa surface & dans les endroits les plus élevés.

§. III. *Division des Eaux minérales en plusieurs classes.*

D'après ce que nous venons d'exposer sur les diverses matières qui sont ordinairement contenues dans les eaux minérales, on voit qu'il seroit possible de faire autant de classes de ces fluides, qu'il y a de corps terreux, salins & métalliques qui peuvent y être tenus en dissolution; & qu'ainsi le nombre de ces classes seroit assez considérable. Mais il faut observer à cet égard que jamais une des substances que nous avons désignées, ne se trouve seule & isolée dans les eaux; & qu'au contraire elles y sont souvent dissoutes au nombre de trois, quatre, cinq ou même davantage. Voilà donc une difficulté qui s'oppose à ce qu'on puisse faire une division méthodique des eaux, relativement aux principes qu'elles contiennent.

Cependant, en ayant égard à celle des matières contenues dans les eaux, qui y est la plus abondante, & dont les propriétés sont les plus énergiques, on aura une distinction qui, sans être très-exacte, suffira pour faire reconnoître chacun de ces fluides, & pour pouvoir juger de leurs vertus. Tel est le parti qu'ont pris les chimistes qui se sont occupés des eaux minérales en général. M. Monnet a établi trois classes d'eaux minérales; les alcalines, les sulfureuses & les ferrugineuses. Les découvertes faites depuis ce chimiste, exigent que l'on reconnoisse un plus grand nombre de classes des eaux. M. Duchanoy, qui a donné un ouvrage estimable sur l'art d'imiter les eaux minérales, en distingue dix; savoir, les eaux gazeuses, les eaux alcalines, les eaux terreuses, les eaux ferrugineuses, les eaux chaudes simples, les eaux thermales gazeuses, les eaux savonneuses, les eaux sulfureuses, les eaux bitumineuses & les eaux salines. Quoiqu'on puisse reprocher à cet auteur d'avoir multiplié les classes des eaux, puisqu'on ne connoît pas d'eaux gazeuses pures & d'eaux bitumineuses, sa division est sans contredit la plus complète, celle qui donne une idée plus exacte de la nature des différentes eaux minérales; celle enfin qui convenoit le mieux à son sujet. Pour présenter un tableau de l'ordre qu'on

peut établir dans les eaux relativement aux principes qu'elles contiennent, & pour compléter ce que nous avons déjà dit sur cet objet, nous proposerons une division des eaux moins étendue, & qui nous paroît plus méthodique que celle de M. Duchanoy, en observant toutefois que nous ne regardons pas les eaux thermales simples comme des eaux minérales, puisqu'elles ne sont que de l'eau chaude, suivant les meilleurs chimistes. Nous ne parlerons pas non plus des eaux bitumineuses, parce qu'on n'en connoît point encore de véritables dans la nature.

Toutes les eaux nous paroissent pouvoir être rangées sous quatre classes, savoir, les eaux acidules, les eaux salées, les eaux sulfureuses & les eaux ferrugineuses.

Classe I. *Eaux acidules.*

Les eaux gazeuses qu'il vaut mieux appeler eaux acidules, sont celles dans lesquelles l'acide carbonique domine. On les reconnoît à leur piquant, à la facilité avec laquelle elles bouillent & forment des bulles par la simple agitation. Elles rougissent la teinture de tournesol précipitent l'eau de chaux & les sulfures alcalins. Comme on ne connoît pas encore d'eaux

qui ne contiennent que cet acide pur & isolé, nous croyons qu'on pourroit subdiviser cette classe en plusieurs ordres, suivant les autres principes qui y sont contenus, ou les modifications qu'elles offrent. Toutes paroissent contenir plus ou moins d'alcali & de terre calcaire; mais leurs différens degrés de chaleur fournissent un très-bon moyen de les diviser en deux ordres. Le premier comprendroit les eaux acidules & alcalines froides, telles que celles de Seltz, de Saint-Myon, de Bard, de Langeac, de Chateldon, de Vals, &c. On mettroit dans le second les eaux acidules & alcalines chaudes ou thermales, comme celles du Mont d'Or, de Vichy, de Châtelguyon, &c.

Classe II. *Eaux salines ou salées.*

Nous entendons par le nom d'eaux salines ou salées, celles qui tiennent une assez grande quantité de sels neutres en dissolution pour agir d'une manière très-marquée, & le plus souvent comme purgatives sur l'économie animale. La théorie & la nature de ces eaux sont faciles à découvrir; elles sont entièrement semblables aux dissolutions des sels faites dans nos laboratoires; seulement elles contiennent presque toujours deux ou trois espèces de sels différens.

Le sulfate de soude y est fort rare; le sulfate de magnésie ou sel d'Epsom, le sel marin ou muriate de soude, les muriates calcaire & magnésien, sont les principes salins qui les minéralisent ensemble ou séparément. Les eaux de Sedlitz, de Seydschutz, d'Egra, sont chargées de sel d'Epsom, souvent mêlé avec du muriate de magnésie; celles de Balaruc contiennent du muriate de soude, de la craie, & des muriates calcaire & magnésien; celles de Bourbonne, du muriate de soude, du sulfate de chaux & de la craie; celles de la Mothe sont plus composées que les précédentes, & tiennent en dissolution du muriate de soude, du sulfate de chaux, de la craie, du sulfate de magnésie, du muriate de magnésie, & une matière extractive. Il faut observer sur ce sujet que les sels à base de magnésie sont beaucoup plus communs dans les eaux qu'on ne l'a pensé jusqu'à présent, & qu'il y a encore peu d'analyses dans lesquelles ils aient été bien reconnus, & sur-tout bien distingués du muriate calcaire.

Classe III. *Eaux sulfureuses.*

On a donné le nom d'eaux sulfureuses aux eaux minérales qui paroissent jouir de quelques propriétés du soufre, comme l'odeur & la pro-

priété de colorer l'argent. Les chimistes ont été très-long-temps dans l'ignorance sur le vrai minéralisateur de ces eaux. La plupart ont cru que c'étoit du soufre; mais ils n'ont jamais pu parvenir à le démontrer, ou au moins ils n'en ont trouvé que des atômes. Ceux qui se sont occupés de quelques-unes de ces eaux, y ont admis, ou de l'esprit sulfureux, ou un sulfure alcalin. MM. Venel & Monnet sont les premiers qui se soient élevés contre cette opinion. Le dernier sur-tout a fort approché du but, en regardant les eaux sulfureuses comme imprégnées de la seule vapeur du *foie de soufre*. Rouelle le jeune a dit aussi qu'on pouvoit imiter ces fluides en agitant de l'eau en contact avec l'air dégagé d'un sulfure alcalin par un acide. Bergman a fort éclairé cette doctrine en examinant les propriétés du gaz hydrogène sulfuré, dont nous avons parlé à l'article du soufre; il a prouvé que c'est ce gaz qui minéralise les eaux sulfureuses, qu'il a appelées d'après cela *eaux hépatiques*; & il a donné les moyens d'y reconnoître la présence du soufre. Malgré ces découvertes, M. Duchanoy en parlant des eaux sulfureuses, y admet du sulfure, tantôt alcalin, calcaire ou alumineux; & il suit en cela l'opinion de le Roy de Montpellier, qui, comme nous l'avons exposé dans l'histoire du soufre,

proposoit

proposoit pour imiter ces eaux, de faire un sulfure à base de magnésie. Il paroît qu'il existe en effet des eaux qui contiennent véritablement un peu de sulfure, tandis que les autres ne sont minéralisées que par le gaz hydrogène sulfuré. En ce cas il faudroit distinguer deux ordres d'eaux sulfureuses; celles qui tiennent un peu de sulfure alcalin ou calcaire en nature, & celles qui ne sont imprégnées que du gaz hydrogène sulfuré. Les eaux de Barèges & de Cauterets, les eaux Bonnes paroissent appartenir au premier ordre; & celles de Saint-Amant, d'Aix-la-Chapelle, de Montmorency, au second. La plupart de ces eaux sont thermales; celle de Montmorency est froide.

Classe IV. *Eaux ferrugineuses.*

Le fer étant le métal le plus abondant & le plus altérable, il n'est pas étonnant que l'eau s'en charge facilement. Aussi les eaux ferrugineuses sont-elles les plus abondantes & les plus communes des eaux minérales. La chimie moderne a répandu beaucoup de lumières sur cette classe d'eaux. Autrefois on les croyoit toutes imprégnées de sulfates de fer. M. Monnet s'est assuré que la plupart ne contiennent pas ce sel, & il a pensé que le fer y étoit dissous sans l'inter-

mède d'un acide. Aujourd'hui l'on sait que le fer qui n'est point dans l'état de sulfate, est dissous à l'aide de l'acide carbonique, & forme le sel que nous avons désigné sous le nom de carbonate de fer. MM. Lane, Rouelle, Bergman & plusieurs autres chimistes ont mis cette vérité hors de doute. La quantité plus ou moins grande de l'acide carbonique, & l'état du fer dans les eaux qui lui doivent ses vertus, nous engagent à distinguer cette quatrième classe en trois ordres.

Le premier comprend les eaux acidules martiales dans lesquelles le fer est tenu en dissolution par l'acide carbonique, dont la surabondance les rend piquantes & aigrelettes. Les eaux de Buffang, de Spa, de Pyrmont, de Pougue, & la Dominique de Vals entrent dans ce premier ordre.

Le second renferme les eaux martiales simples, dans lesquelles le fer est dissous par l'acide carbonique, sans que ce dernier y soit excédent; & conséquemment ces eaux ne sont point acidules. Celles de Forges, d'Aumale, de Condé, ainsi que le plus grand nombre des eaux ferrugineuses sont de cet ordre. Cette distinction dans les eaux ferrugineuses a été faite par M. Duchanoy.

Mais nous ajoutons un troisième ordre, d'a-

près M. Monnet; c'est celui des eaux qui contiennent du sulfate de fer. Quoique ces eaux soient extrêmement rares, il en existe cependant quelques-unes. M. Monnet a mis dans cet ordre les eaux de Passy. M. Opoix admet le sulfate de fer, & même en assez grande dose dans les eaux de Provins; il est vrai que M. de Fourcy en a nié l'existence, & regarde le fer de ces eaux comme dissous par l'acide carbonique; mais on ne peut point encore se décider sur cet objet, parce que les résultats de ces chimistes sont entièrement opposés entr'eux, & demandent un nouvel examen. Il faut ajouter que le fer ne se trouve pas seul dans les eaux; il y est mêlé avec de la craie, du sulfate de chaux, différens sels muriatiques, &c. Cependant comme le métal qu'elles contiennent est la principale base de leurs propriétés, elles doivent être nommées ferrugineuses, d'après les principes que nous avons établis (1).

(1) Dans le dénombrement des eaux, divisées par classes, nous ne parlons pas de celles qui peuvent contenir de l'arsenic & du cuivre, parce qu'on doit les regarder comme des poisons. Nous passons également sous silence les eaux qui contiennent des sels ammoniacaux, & des substances extractives, qui sont le produit de la putréfaction des matières organiques sur lesquelles elles ont croupi; ces espèces d'eaux n'appartiennent point aux eaux médicinales.

Quant aux eaux savonneuses admises par M. Duchanoy, on doit attendre, pour en admettre l'existence, que l'expérience chimique & médicinale ait prononcé sur la cause de leur propriété savonneuse, que ce médecin attribue à de l'alumine, & sur les effets qu'elles peuvent produire dans l'économie animale, comme médicamens, & en raison de cette propriété.

D'après ces détails, on voit que toutes les eaux minérales ou médicinales sont partagées en neuf ordres, savoir :

Les eaux acidules froides.

Les eaux acidules chaudes ou thermales.

Les eaux salées sulfuriques.

Les eaux salées muriatiques.

Les eaux sulfureuses simples.

Les eaux sulfurées gazeuses.

Les eaux ferrugineuses simples.

Les eaux ferrugineuses & acidules.

Les eaux ferrugineuses sulfuriques.

§. IV. *Examen des eaux minérales, d'après leurs propriétés physiques.*

Après avoir exposé les différentes matières qui peuvent se rencontrer dans les eaux, après avoir présenté une légère esquisse de la manière

dont on peut les diviser en classes & en ordres, d'après leurs principes, il est nécessaire de donner les moyens d'en faire l'analyse, & de reconnoître avec le plus d'exactitude possible les substances qu'elles tiennent en dissolution. Cette analyse a été regardée comme la partie la plus difficile de la chimie, avec d'autant plus de raison, qu'elle demande une parfaite connoissance de tous les phénomènes chimiques, jointe à l'habitude de la manipulation. Pour parvenir à connoître avec précision la nature d'une eau qu'on veut examiner, 1°. il faut observer la situation de la source, décrire avec exactitude les lieux voisins, & sur-tout les couches des minéraux dont le sol est composé; faire à cet effet des fouilles plus ou moins profondes, & tâcher de découvrir par l'inspection du local, les substances dont l'eau peut s'être chargée. 2°. On examine ensuite les propriétés physiques de l'eau, telles que sa faveur, son odeur, sa couleur, sa transparence, sa pesanteur spécifique, sa température. On doit être muni à cet effet de deux thermomètres qui marchent bien ensemble, & d'un pèse-liqueur. On doit aussi faire ces expériences préliminaires dans différentes saisons, à différentes heures du jour & sur-tout à différentes époques, suivant l'état de l'atmosphère. Une sécheresse long-tems

continuée, ou des pluies abondantes, influent singulièrement sur les eaux. Ces premiers essais indiquent ordinairement la classe à laquelle on doit rapporter l'eau que l'on traite, & dirigent le reste de l'analyse. 3°. Les dépôts formés au fond des bassins, les substances qui nagent sur l'eau, les matières sublimées sont encore un objet de recherches importantes qu'on ne doit pas négliger. Après ce premier examen, on peut procéder à l'analyse proprement dite, qui se fait de trois manières, par les réactifs, par la distillation & par l'évaporation.

§. V. *Examen des Eaux minérales
par les réactifs.*

On donne le nom de réactifs à des substances que l'on mêle aux eaux, pour reconnoître d'après les phénomènes qu'elles présentent, la nature des matières que les eaux tiennent en dissolution.

Les chimistes les plus exacts ont toujours regardé l'emploi des réactifs comme un moyen très-incertain pour découvrir les principes des eaux minérales. Ils se sont fondés sur ce que leur action n'indiquoit pas d'une manière exacte la nature des matières tenues en dissolution dans ces eaux; sur ce qu'on ignoroit souvent

quelle étoit la cause des changemens qui arrivent dans ces fluides par leur mélange; en effet, les matières salines que l'on emploie ordinairement dans cette analyse, sont susceptibles d'y produire un grand nombre de phénomènes sur lesquels il est souvent fort difficile de prononcer. Aussi la plupart de ceux qui se sont livrés à ce genre de travail n'ont eu que peu de confiance dans l'administration des réactifs; ils ont pensé que l'évaporation fournissoit un moyen beaucoup plus sûr de reconnoître la nature & la quantité des principes des eaux minérales, & il passe pour constant dans les meilleurs Ouvrages sur l'analyse de ces fluides, que l'on ne doit se servir de ces substances que comme de moyens auxiliaires, tout au plus capables d'indiquer ou de faire soupçonner la nature des principes qui constituent les eaux. C'est pour cela que les analystes modernes n'ont admis qu'un certain nombre de réactifs, & ont de beaucoup diminué la liste de ceux que les premiers chimistes avoient employés.

Cependant on ne sauroit douter aujourd'hui que la chaleur nécessaire pour évaporer les eaux, quelque foible qu'elle soit, ne puisse produire des altérations sensibles dans leurs principes, & les dénaturer tellement que leur résidu, examiné par les différens moyens que la chimie fournit,

donne des composés différens de ceux qui étoient tenus en dissolution dans ces eaux. La perte des matières gazeuses, qui sont souvent un des principaux agens des eaux minérales, change singulièrement leur nature, & produit, outre la précipitation de plusieurs corps qui ne doivent leur solubilité qu'à la présence de ces substances volatiles, une réaction entre les autres matières fixes qui en altèrent les propriétés. Les phénomènes des doubles décompositions que la chaleur est capable d'opérer entre des composés qui ne s'altèrent point dans l'eau froide, ne seront appréciés qu'après une longue suite d'expériences sur lesquelles on ne peut encore avoir que des apperçus. Sans entrer dans de plus longs détails, il nous suffira que cette assertion soit démontrée aux yeux de tous les chimistes, pour nous convaincre qu'il ne faut pas s'en rapporter entièrement à l'évaporation. Mais existe-t-il un moyen de reconnoître la nature particulière des substances tenues en dissolution dans les eaux, sans avoir recours à la chaleur, & les connoissances exactes dont les travaux multipliés des modernes ont enrichi la chimie, fournissent-elles quelque procédé pour corriger les erreurs qui peuvent naître de l'évaporation? Les détails dans lesquels je vais entrer, & que je tire d'un mémoire que j'ai lu à la Société Royale

de Médecine, prouveront que les réactifs bien purs, & employés d'une manière particulière, peuvent être beaucoup plus utiles dans l'analyse des eaux minérales qu'on ne l'a cru jusqu'à présent.

Parmi le nombre considérable de réactifs que l'on a proposés pour l'analyse des eaux minérales, ceux dont on doit attendre le plus de lumières, sont la teinture de tournesol, le sirop de violettes, l'eau de chaux, la potasse pure ou caustique, l'ammoniaque caustique, l'acide sulfurique concentré, l'acide nitreux, le prussiate de chaux, l'alcool gallique ou *la teinture spiritueuse de noix de galle*, les dissolutions nitriques de mercure & d'argent; le papier coloré par la teinture aqueuse de fernambouc qui devient bleue par les alcalis; la teinture aqueuse de *terra merita*, que les mêmes sels font passer au rouge brun; l'acide oxalique, pour indiquer la présence de la plus petite quantité possible de chaux, & le muriate barytique pour reconnoître la présence des quantités les plus légères d'acide sulfurique.

Les effets & l'usage de ces principaux réactifs ont été expliqués par tous les chimistes; mais ils n'ont pas assez insisté sur leur état. Avant de les employer, il est très-important de connoître parfaitement leur nature, afin de ne pas se trom-

per sur leurs effets. Bergman s'est très-étendu sur les altérations qu'ils sont susceptibles de produire. Ce célèbre chimiste annonce qu'un papier coloré avec la teinture de tournesol, prend un bleu plus foncé par les alcalis, mais qu'il n'est pas altéré par l'acide carbonique. Comme c'est spécialement pour reconnoître la présence de cet acide que cette partie colorante est utile, il conseille de n'employer que sa teinture à l'eau, & de l'étendre assez pour qu'elle ait une couleur bleue. Il rejette absolument le sirop de violettes, parce qu'il est sujet à fermenter, & parce qu'on n'en a presque jamais de vrai en Suède. M. Morveau ajoute, dans une note, qu'il est aisé de distinguer un sirop coloré par le bleuet ou le tournesol, à l'aide du sublimé corrosif qui lui donne une couleur rouge, tandis qu'il verdit le véritable sirop de violettes.

L'eau de chaux est un des réactifs les plus utiles pour l'analyse des eaux minérales, quoique peu de chimistes en aient fait une mention expresse dans leurs ouvrages. Ce fluide décompose les sels métalliques, sur-tout le sulfate de fer dont il précipite l'oxide métallique. Il sépare l'alumine ou la magnésie des acides sulfurique & muriatique, auxquels ces substances se trouvent quelquefois unies dans les eaux. Il peut aussi indiquer, par la précipitation, la présence

de l'acide carbonique. M. Gioanetti, médecin de Turin, en a même fait un usage fort ingénieux pour reconnoître la quantité de cet acide contenu dans les eaux de Saint-Vincent. Ce chimiste, après avoir fait observer que le volume de cet acide, d'après lequel on a toujours jugé sa quantité, peut varier suivant la température de l'atmosphère, a mêlé neuf parties d'eau de chaux avec deux parties d'eau de Saint-Vincent. Il a pesé exactement la *terre calcaire* formée par le transport de l'acide carbonique de l'eau minérale sur la chaux, & il a trouvé d'après le calcul de Jaquin, qui démontre l'existence de treize onces de cet acide dans trente-deux onces de craie, que l'eau de Saint-Vincent en contenoit un peu plus de quinze grains; mais comme l'eau de chaux peut s'emparer de l'acide carbonique uni à l'alcali fixe, aussi-bien que de celui qui est libre, M. Gioanetti, pour connoître exactement la quantité de ce dernier, a fait la même opération avec de l'eau privée de son acide libre par l'ébullition. Ce procédé pourra donc être employé pour y déterminer d'une manière exacte & facile le poids d'acide carbonique libre contenu dans une eau minérale gazeuse.

Une des principales raisons qui ont engagé les chimistes à regarder comme très-infidèle

l'action des réactifs dans l'analyse des eaux minérales, c'est qu'ils peuvent indiquer plusieurs substances différentes tenues en dissolution dans les eaux, & qu'il est alors très-difficile de savoir exactement l'effet qu'ils produisent. Cette vérité est sur-tout relative à la potasse considérée comme réactif, puisqu'elle décompose tous les sels formés par l'union des acides avec l'alumine, la magnésie, la chaux & les matières métalliques. Lorsque l'alcali précipite une eau minérale, on ne peut donc pas connoître par la seule inspection du précipité, la nature du sel terreux décomposé dans cette expérience. Son effet est encore plus incertain, lorsqu'on emploie cet alcali saturé d'acide carbonique, comme on le fait ordinairement, puisque l'acide qui lui est uni peut augmenter la confusion. C'est pour cela que je propose la potasse caustique très-pure : elle a d'ailleurs un avantage que ne présente point l'alcali effervescent ; c'est celui d'indiquer la présence de la craie dissoute dans une eau gazeuse, à la faveur de l'acide carbonique surabondant. Comme elle s'empare de cet acide, la craie qui cesse d'être soluble dans l'eau qui en est privée, se précipite. Je me suis assuré de ce fait en versant de la lessive des savonniers, récemment faite, dans une eau gazeuse artificielle qui tenoit de la craie en disso-

lution. Cette dernière substance s'est précipitée à mesure que l'alcali fixe caustique s'est emparé de l'acide carbonique qui la tenoit en dissolution. En évaporant à siccité l'eau filtrée, j'ai obtenu du carbonate de soude, faisant une très-vive effervescence avec les acides. L'alcali fixe caustique peut encore occasionner un précipité dans les eaux minérales, sans qu'elles contiennent des sels terreux ; il suffit qu'elles tiennent en dissolution un sel neutre alcalin moins dissoluble, pour que l'alcali le précipite en s'unissant à l'eau à peu près comme le fait l'alcool. M. Gioanetti a observé ce phénomène dans les eaux de Saint-Vincent, il est d'ailleurs facile de s'en convaincre en versant de l'alcali caustique sur une dissolution de sulfate de potasse, ou de muriate de soude ; ces deux sels sont bientôt précipités.

L'ammoniaque caustique est en général moins susceptible d'erreur lorsqu'on la mêle aux eaux minérales, parce qu'elle ne décompose que les sels à base de terre alumineuse & de magnésie, & qu'elle ne précipite point les sels calcaires. Mais il est important de faire deux observations sur cet objet ; la première, c'est qu'il faut avoir de l'ammoniaque très-caustique, & qui ne contient pas un atôme d'acide carbonique ; sans cette précaution, elle décompose les sels à base

de chaux par une double affinité : la seconde, c'est qu'il ne faut point laisser ce mélange exposé à l'air, lorsqu'on veut connoître son action plusieurs heures après qu'il a été fait, parce que, comme l'a très-bien observé M. Gioanetti, ce sel s'empare en peu de tems de l'acide carbonique de l'atmosphère, & devient capable de décomposer les sels calcaires. Pour ne laisser aucun doute sur ce point important, j'ai fait trois expériences décisives. Après avoir dissous dans de l'eau distillée quelques grains de sulfate de chaux fait avec du spath calcaire transparent, & de l'acide sulfurique bien pur, (précaution indispensable, parce que la craie ou blanc d'Espagne contient de la magnésie aussi bien que l'eau de rivière) j'ai séparé cette dissolution en deux parties; j'ai versé dans la première quelques gouttes d'ammoniaque très-récemment préparée & très-caustique; j'ai mis ce mélange dans un flacon bien bouché. Au bout de vingt-quatre & de quarante-huit heures, il étoit clair & transparent sans aucun dépôt; il n'y avoit donc point de décomposition. La seconde portion a été traitée de même avec l'ammoniaque, mais mise dans un vaisseau dont l'ouverture large communiquoit avec l'air; au bout de quelques heures il s'y étoit formé, à la partie supérieure, un nuage qui a augmenté

d'épaisseur, & qui s'est enfin précipité. Ce dépôt faisoit une vive effervescence avec l'acide sulfurique, & formoit du sulfate de chaux. L'acide carbonique que ce précipité contenoit, avoit donc été fourni par l'ammoniaque, qui l'avoit attiré de l'atmosphère. Cette combinaison d'acide carbonique & d'ammoniaque forme du carbonate ammoniacal, capable de décomposer les sels calcaires à l'aide des doubles affinités; ainsi que l'ont démontré MM. Black, Jacquin & plusieurs autres chimistes, & comme on peut s'en convaincre en versant une dissolution de carbonate ammoniacal dans une dissolution de sulfate de chaux, que l'ammoniaque caustique ne trouble point. Enfin, pour assurer davantage l'étiologie de cette seconde expérience, j'ai pris la première portion d'eau unie à l'ammoniaque, & qui ayant été conservée dans un vaisseau fermé, n'avoit rien perdu de sa transparence; j'ai renversé le flacon qui la contenoit sur l'entonnoir d'un très-petit appareil pneumatochimique, & j'ai fait passer dans ce mélange, à l'aide d'un siphon, le gaz acide carbonique dégagé de l'alcali fixe effervescent par l'acide sulfurique. A mesure que les bulles de cet acide traversoient le mélange, il s'est troublé comme le fait l'eau de chaux. On a filtré, on a retrouvé de la craie sur le filtre, & l'eau éva-

porée a fourni du sulfate ammoniacal. L'eau gazeuse ou l'acide carbonique liquide a produit la même décomposition dans un autre mélange de sulfate de chaux & d'ammoniaque caustique. Cette expérience décisive prouve bien que ce n'est qu'à l'aide des doubles affinités, & par l'addition d'acide carbonique, que l'ammoniaque peut décomposer le sulfate de chaux. On voit d'après cela que lorsqu'on est obligé de conserver le mélange d'une eau minérale avec l'ammoniaque, pendant plusieurs heures, ce qui est nécessaire, parce qu'il ne décompose certains sels terreux que très-lentement, on doit faire cette expérience dans un vaisseau qui puisse boucher exactement, afin d'empêcher le contact de l'air capable de donner un faux résultat. Cette précaution est en général très-importante dans l'usage de tous les réactifs; elle est d'ailleurs indiquée par Bergman & par M. Gioanetti. J'ajouterai une observation sur l'usage de l'ammoniaque. Comme il est assez difficile d'avoir de l'ammoniaque parfaitement caustique, & qu'il est absolument nécessaire de l'avoir telle pour l'analyse des eaux minérales, on peut employer un moyen fort simple, & que j'ai souvent mis en usage avec succès. C'est de verser un peu d'ammoniaque dans une cornue dont le bec plonge dans l'eau minérale; en chauffant légèrement

légèrement la cornue , le gaz ammoniac se dégage & passe très-caustique dans l'eau. S'il y occasionne un précipité, c'est que l'eau minérale contient des sels alumineux, magnésiens, ou du sulfate de fer, ce qui se reconnoît constamment à la couleur du précipité; le plus souvent ce précipité est formé par la craie qui étoit dissoute dans l'eau à l'aide de l'acide carbonique. L'ammoniaque absorbe cet acide, & la craie se dépose. Il est assez difficile de prononcer d'après les propriétés physiques du précipité terreux, formé dans une eau par l'ammoniaque caustique, à laquelle des deux bases terreuses on doit l'attribuer, & si c'est un sel neutre alumineux ou magnésien qui est décomposé. Cependant, la manière dont il se forme peut indiquer quel est son caractère. En dissolvant six grains de sulfate de magnésie dans quatre onces d'eau distillée, & six grains d'alun dans égale quantité de ce fluide, & faisant passer dans chacune de ces dissolutions un peu de gaz ammoniac, celle du premier a été troublée sur-le-champ, tandis que celle de l'alun n'a commencé à se précipiter que vingt minutes après; on avoit eu le soin de mettre ce mélange dans un flacon très-bien bouché. Le même phénomène a eu lieu avec les nitrates & les muriates de magnésie & d'alumine dissous

à quantité égale dans de l'eau distillée & traités avec les mêmes précautions. La promptitude ou la lenteur de la précipitation d'une eau minérale par l'addition du gaz ammoniac, fournit donc le moyen de reconnoître quel est le sel terreux que cet alcali décompose. En général, les sels à base de magnésie sont infiniment plus communs dans les eaux, que ceux à base de terre alumineuse. Je ne dois pas oublier de rappeler un fait observé par Bergman, c'est que l'ammoniaque est susceptible de former, avec le sulfate de magnésie, un composé dans lequel une portion non décomposée de ce sel neutre est combinée avec une portion de sulfate ammoniacal. Peut-être cette portion non décomposée de sulfate de magnésie forme-t-elle avec le sulfate ammoniacal, un sel neutre mixte analogue au muriate ammoniaco-mercuriel, ou *sel alembroth*. L'ammoniaque ne précipite donc qu'une partie de la magnésie, & ne peut indiquer exactement la quantité du *sel d'Epsom*, dont elle est la base. Aussi l'eau de chaux me paroît-elle préférable pour reconnoître la nature & la dose des sels à base de magnésie, contenus dans les eaux minérales. Elle a aussi la propriété de précipiter les sels à base de terre alumineuse, beaucoup plus abondamment &

plus promptement que ne le fait le gaz ammoniac (1).

L'acide sulfurique concentré précipite en blanc mat une eau qui contient de la baryte; mais comme cette terre ne se trouve que très-rarement dans les eaux minérales, je dois passer aux autres effets de ce réactif. Lorsqu'il produit des bulles dans une eau, il indique la présence de la craie, du carbonate de soude, ou de l'acide carbonique pur. On peut distinguer chacune de ces substances par quelques phénomènes particuliers. Si l'on fait chauffer une eau chargée de craie, dans laquelle on a versé de l'acide sulfurique, il se forme promptement une pellicule & un dépôt de sulfate de chaux; ce qui n'arrive point dans les eaux simplement alcalines. Il sembleroit au premier coup-d'œil que le sulfate de chaux devoit se précipiter dès que l'on verse l'acide sulfurique dans une eau chargée de craie; cependant il est très-rare

(1) On s'apercevra facilement que je répète plusieurs faits déjà exposés dans le cours de cet Ouvrage. Je n'ai pas craint de le faire, pour rendre ce petit traité sur l'analyse des eaux plus clair & plus complet, & pour rassembler, sur les moyens de les analyser, toutes les connoissances qu'il me paroît indispensable de posséder, lorsqu'on veut se livrer à ce genre de travail.

que cela arrive sans le secours de la chaleur, parce que ces eaux contiennent le plus souvent de l'acide carbonique surabondant qui favorise la dissolution du sulfate de chaux, & qu'il est nécessaire de les priver de cet acide avant que ce sel puisse s'en séparer. On peut se convaincre de ce fait, en jettant quelques gouttes d'acide sulfurique concentré dans une certaine quantité d'eau de chaux précipitée & éclaircie ensuite par l'acide carbonique. Si l'eau de chaux est très-chargée de terre calcaire régénérée, il se forme un précipité de sulfate de chaux au bout de quelques minutes, ou plus lentement & à mesure que l'acide carbonique libre s'en sépare. Si elle ne précipite pas par le simple repos, ce qui arrive lorsque l'eau est peu chargée de sulfate de chaux & contient beaucoup d'acide carbonique surabondant, il suffit de la chauffer légèrement pour qu'il se forme une pellicule, & un précipité de sulfate calcaire.

L'acide nitreux rutilant est recommandé par Bergman, pour précipiter le soufre des eaux *hépatifées*. Pour s'assurer de ce fait, il suffit de verser quelques gouttes de cet acide brun & fumant sur de l'eau distillée, dans laquelle on a reçu à l'appareil pneumato-chimique, le gaz qui se dégage du sulfure alcalin caustique par les acides. Cette eau *hépatifée* artificielle, qu

diffère des eaux sulfureuses naturelles, en ce qu'elle est plus chargée & conséquemment plus prompte dans sa décomposition, donne en quelques instans un précipité avec l'acide nitreux. Ce précipité est d'un blanc jaunâtre; recueilli sur un filtre & séché, il brûle avec la flamme & l'odeur propres au soufre, dont il a tous les caractères. Il paroît que l'acide nitreux altère le gaz hydrogène sulfuré, comme il le fait à l'égard de toutes les matières inflammables, à l'aide de la quantité & de l'état de l'oxygène qu'il contient. Schéele a indiqué l'acide muriatique oxigéné pour précipiter le soufre des mêmes eaux; il faut n'en employer que très-peu, sans quoi l'excès brûle & redissout le soufre en état d'acide sulfurique, comme je l'ai observé sur l'eau de Montmorency. L'acide sulfureux précipite le soufre avec beaucoup de facilité des eaux sulfureuses.

Aucun réactif n'est encore moins constant, relativement à sa manière d'agir, que la lessive alcaline du sang que l'on a nommée *alcali phlogistique*. Il y a long tems que les chimistes se sont apperçus que cette liqueur contenoit du bleu de Prusse ou prussiate de fer tout formé. On a cru qu'on pouvoit en séparer ce bleu à l'aide d'un acide, & on l'a proposé dans cet état, comme une substance capable de démon-

trer le fer existant dans les eaux minérales. Rien n'est moins certain que la séparation complète du prussiate de fer d'avec ce prussiate de potasse fait avec le sang, on doit donc bannir cette lessive de l'emploi des réactifs. Macquer, d'après sa découverte sur la décomposition du bleu de Prusse par les alcalis, a proposé la potasse saturée de la matière colorante de ce bleu, pour reconnoître la présence du fer dans les eaux minérales; cependant comme cette liqueur contient encore un peu de bleu de Prusse, que l'on peut en séparer par un acide, ainsi que Macquer l'a indiqué, M. Baumé conseille d'ajouter à cet alcali prussien deux ou trois onces de vinaigre distillé par livre, de faire digérer à une douce chaleur, jusqu'à ce que tout le bleu de Prusse soit précipité; alors on y verse de l'alcali fixe pur, pour saturer l'acide du vinaigre. Malgré ce procédé très-ingénieux, j'ai eu occasion d'observer que cet alcali prussien purifié par le vinaigre, laissoit déposer du bleu à la longue, & sur-tout par l'évaporation. M. Gioanetti a fait la même observation, en évaporant à siccité l'alcali prussien purifié par la méthode de M. Baumé. Il a proposé deux procédés pour obtenir cette liqueur plus pure & totalement exempte de fer; il conseille dans l'un, de surcharger l'alcali

prussien de vinaigre distillé, de l'évaporer jusqu'à siccité à une douce chaleur, de dissoudre la masse restante dans de l'eau distillée, & de filtrer cette dissolution. Tout le bleu de Prusse reste sur le filtre, & la liqueur n'en contient plus. L'autre procédé consiste à neutraliser cet alcali avec une dissolution d'alun; on le filtre & on en sépare le sulfate de potasse par l'évaporation. Ces deux liqueurs ne donnent pas un atôme de bleu de Prusse avec les acides purs, ni par l'évaporation jusqu'à siccité. L'eau de chaux saturée de la matière colorante du bleu de Prusse, dont j'ai parlé à l'article du fer, n'exige point toutes ces opérations. Versée sur une dissolution de sulfate de fer, elle forme sur-le-champ un bleu de Prusse pur & sans mélange de vert. Les acides n'en précipitent que des atômes de bleu. Elle ne contient donc pas de fer, & elle est préférable aux alcalis prussiens pour essayer les eaux minérales. Ce phénomène dépend sans doute de ce que la chaux dissoute dans l'eau n'a pas, à beaucoup près, la même action sur le fer que les alcalis. Ce prussiate de chaux m'a paru très-propre à faire reconnoître les eaux ferrugineuses, soit gazeuses, soit sulfuriques. En effet, le gaz carbonique qui tient le fer en dissolution dans les eaux, étant de nature acide, décompose aussi-

bien les lessives prussiennes, à l'aide des doubles affinités, que le fait le sulfate de fer. J'ai essayé le prussiate de chaux sur les eaux de Spa & sur celles de Passy; j'ai obtenu sur-le-champ un bleu très-sensible dans les premières, & très-abondant dans les secondes. Voilà donc une liqueur fort facile à préparer, qui ne contient presque point de bleu de Prusse, & qui est très-propre à indiquer la présence des moindres parcelles de fer dans les eaux. C'est une espèce de sel neutre formé par l'acide prussique ou la partie colorante du bleu & la chaux. J'ai eu soin de faire observer dans l'histoire du fer, que Schéele avoit tiré la même induction que moi sur l'utilité de cette liqueur d'épreuve que j'avois fait connoître dès 1780.

La noix de galle, ainsi que toutes les substances végétales acerbes & astringentes, comme les écorces de chêne, les fruits de cyprès, le brou des noix, &c. ont la propriété de précipiter les dissolutions de fer, & de donner à ce métal différentes couleurs, suivant sa quantité, son état & celui de l'eau qui le tenoit en dissolution. Cette couleur offre un grand nombre de nuances qui s'étendent depuis un rose-pâle jusqu'au noir le plus foncé. On a reconnu que la couleur pourpre que les eaux prennent avec la teinture de noix de galle, n'est point un indice

que le fer y est contenu dans son état métallique; puisque le sulfate & le carbonate de fer se colorent aussi en pourpre par l'infusion de la noix de galle. C'est plutôt la quantité du fer, son plus ou moins grand degré d'adhérence à l'eau, & l'état de décomposition plus ou moins avancée de cette dissolution relativement à la quantité d'oxygène contenu dans le fer, qui occasionne les différences de couleur que l'on observe dans ces précipitations. Nous avons déjà dit que le principe astringent est une espèce d'acide particulier, puisqu'il s'unit aux alcalis, qu'il teint en rouge les couleurs bleues végétales, qu'il décompose les sulfures alcalins, & se combine aux oxides métalliques. On emploie pour reconnoître la présence du fer dans une eau minérale, la noix de galle en poudre, l'infusion de cette substance faite à froid, & la teinture par l'alcool. Cette dernière est préférée, parce qu'elle est beaucoup moins altérable que la dissolution dans l'eau, qui est très-sujette à se moisir. Les produits de la noix de galle distillée colorent aussi les dissolutions ferrugineuses. La dissolution dans les acides, dans les alcalis, dans les huiles, dans l'éther, présente le même phénomène. Le fer que cette matière précipite des acides, est dans l'état de galate de fer, & forme une espèce de sel neutre

qui n'est pas attirable à l'aimant, quoique très-noir; il se dissout lentement & sans effervescence sensible dans les acides; il perd ses propriétés par l'action du feu, & devient attirable. La noix de galle est un réactif si sensible, qu'une seule goutte de sa teinture colore en pourpre dans l'espace de cinq minutes une eau qui ne contient qu'un vingt-quatrième de grain de sulfate de fer sur près de trois pintes. Tous ces phénomènes dépendent de ce que la matière de la noix de galle brûle avec une grande facilité, & enlève promptement au fer une portion de l'oxigène qu'il contient, de manière à le faire passer à l'état d'oxide noir ou d'éthiops, dont la plus petite quantité est très-sensible dans des liqueurs transparentes.

Les deux derniers réactifs que nous proposons pour l'examen des eaux, sont les dissolutions d'argent & de mercure par l'acide nitrique. On a coutume de les employer pour connoître la présence des acides sulfurique ou muriatique dans les eaux minérales; mais plusieurs autres substances peuvent aussi les précipiter, quoiqu'elles ne contiennent pas la plus petite parcelle de ces acides. Les stries blanches & pesantes que le nitrate d'argent donne dans une eau qui ne tient qu'un demi-grain de muriate de soude par pinte, annoncent très-aisément

& très-sûrement l'acide de ce sel. Mais elles n'indiquent pas de même la présence de l'acide sulfurique, puisque suivant l'estimation de Bergman, il faut au moins trente grains de sulfate de soude par pinte, pour qu'elle y produise sur-le-champ un effet sensible : ajoutez à cela que l'alcali fixe, la craie, la magnésie peuvent précipiter d'une manière beaucoup plus marquée la dissolution nitrique d'argent. Ainsi, le phénomène de la précipitation d'une eau minérale à l'aide de cette dissolution, ne peut donc pas servir à déterminer d'une manière précise la substance saline ou terreuse à laquelle elle est due.

La dissolution de mercure par l'acide nitrique est encore plus susceptible d'induire en erreur ; non-seulement elle indique la présence des acides sulfurique & muriatique dans les eaux, mais elle est précipitée par les carbonates alcalins & terreux en une poudre jaunâtre, qui pourroit induire en erreur en annonçant l'effet de l'acide sulfurique. On croit communément que le précipité blanc très-abondant qu'elle forme dans une eau, est dû à la présence d'un sel muriatique ; cependant les mucilages & les substances extractives présentent le même phénomène, comme le savent aujourd'hui tous les chimistes. Outre ces sources d'erreurs & d'in-

certitudes fondées sur la propriété qu'ont plusieurs substances de produire avec la dissolution nitrique de mercure un précipité semblable, il en est encore d'autres qui dépendent de l'état de cette dissolution en elle-même, & sur lesquelles il est très-important d'être prévenu pour ne pas commettre des fautes graves dans l'analyse des eaux. Bergman a indiqué une partie des différences singulières qu'on observe dans cette dissolution, suivant la manière dont elle a été faite à chaud ou à froid, sur-tout relativement à la couleur des précipités qu'elles donnent par différens intermèdes. Mais il n'a pas dit un mot de la propriété qu'offre cette dissolution d'être précipitée par l'eau distillée, lorsqu'elle est très-chargée d'oxide de mercure, quoique M. Monnet eût indiqué ce fait dans son *Traité de la dissolution des métaux*. Comme cet objet est d'une grande importance pour l'analyse des eaux, je m'en suis occupé dans le plus grand détail, afin d'établir quelque chose de certain, & j'y suis parvenu, comme on va le voir, par un moyen très-simple. J'ai fait un grand nombre de dissolutions de mercure dans de l'acide nitrique bien pur, en différentes doses de ces deux substances, à froid & à chaud, & en employant des acides de degrés de force très-variés. Ces expériences m'ont fourni les résultats suivans.

1°. Les dissolutions faites à froid se chargent plus ou moins promptement d'une quantité de mercure différente, suivant le degré de concentration de l'acide nitrique; mais quelque quantité de mercure qu'ait ainsi dissoute à froid un acide concentré, cette dissolution ne précipite jamais par l'eau; j'ai dissous à froid deux gros & demi de mercure dans deux gros d'acide nitreux rouge & très-fumant, pesant une once quatre gros cinq grains, dans une bouteille qui tenoit une once d'eau distillée; la combinaison s'est faite avec une rapidité singulière; il s'est perdu en gaz nitreux très-épais, & en vapeurs aqueuses dissipées par la chaleur du mélange, plus du quart de l'acide. Cette dissolution étoit d'un vert foncé, très-transparente; j'en ai versé quelques gouttes dans une demi-once d'eau distillée; il s'y est formé quelques stries blanchâtres qui se sont dissoutes par l'agitation, & n'ont pas donné de précipité. C'est cependant la dissolution la plus chargée que j'aie pu faire à froid, celle qui présente le plus de mouvement, d'effervescence & de vapeurs rutilantes. Comme elle avoit déposé des cristaux, j'ai ajouté deux gros d'eau distillée, qui ont dissous le tout sans apparence de précipitation. A plus forte raison, celles que l'on fait à froid avec de l'acide nitrique ordinaire, &

la moitié de leur poids de mercure, ne seront-elles jamais précipitées par l'eau, & pourront-elles être employées avec succès pour l'analyse des eaux minérales.

2°. Quelque peu concentré que soit l'acide nitrique, si on le chauffe fortement sur du mercure, il en dissoudra une plus grande quantité que le plus fort acide à froid; & la dissolution, légèrement colorée en jaune, paroîtra grasse & épaisse; elle laissera précipiter par le repos une masse informe jaunâtre, qu'on peut changer en oxide jaune ou en beau turbith, à l'aide de l'eau bouillante. Cette dissolution versée dans de l'eau distillée, y forme un précipité très-abondant, d'une couleur jaune semblable au *turbith*. Une dissolution faite à froid, offrira le même résultat, si on la chauffe fortement, & si on en dégage beaucoup de gaz nitreux. On doit bannir ces dissolutions surchargées d'oxide de mercure, de l'analyse des eaux minérales, puisqu'elles sont décomposées par l'eau distillée.

3°. Il paroît que ces deux espèces de dissolutions ne diffèrent l'une de l'autre que par la quantité d'oxide de mercure, beaucoup plus grande dans celle qui précipite par l'eau, que dans celle qui n'est point décomposable par ce fluide. J'ai démontré cette vérité, en évaporant comparativement quantité égale de l'une

& de l'autre de ces dissolutions dans des fioles à médecine, pour les réduire en précipité rouge. J'ai obtenu un quart de plus de ce précipité de la dissolution qui précipite par l'eau, que de celle qui ne précipite pas. La pesanteur spécifique m'a paru fournir encore un bon moyen d'indiquer la quantité respective d'oxide de mercure contenue dans ces différentes liqueurs. J'ai comparé le poids relatif d'un volume égal de trois dissolutions mercurielles nitreuses, qui différoient entr'elles. L'une, qui ne précipitoit pas du tout dans l'eau distillée, & qui étoit le résultat de la première expérience citée plus haut, pesoit une once un gros soixante-sept grains dans une bouteille qui contenoit juste une once d'eau distillée. La seconde dissolution avoit été faite par une chaleur très-douce, & elle donnoit une légère couleur d'opale à l'eau distillée, sans produire un précipité bien marqué; elle pesoit dans la même bouteille une once six gros vingt-quatre grains. Enfin, une troisième dissolution mercurielle, chauffée assez fortement, & qui précipitoit un vrai turbith minéral d'un jaune sale par l'eau distillée, pesoit sous le même volume une once sept gros vingt-cinq grains. Pour confirmer davantage cette opinion, il restoit une expérience décisive à faire. Si la dissolution que l'eau

précipitoit devoit cette propriété à une trop grande quantité d'oxide de mercure relativement à celle de l'acide, elle devoit perdre cette propriété en y ajoutant l'acide nécessaire pour soutenir le mercure. C'est aussi ce qui est arrivé. En versant de l'eau forte sur une dissolution que l'eau décomposoit, elle a bientôt acquis la propriété de ne plus précipiter par l'eau; & elle étoit absolument dans le même état que celle que l'on fait lentement, & par la seule chaleur de l'atmosphère. M. Monnet a déjà indiqué ce procédé pour empêcher les cristaux de nitrate mercuriel de se réduire en oxide par le contact de l'air. C'est par un procédé inverse, & en faisant évaporer une portion de l'acide d'une bonne dissolution qui ne précipite pas par l'eau, qu'on la fait passer à l'état d'une dissolution beaucoup plus chargée d'oxide mercuriel, & conséquemment susceptible d'être décomposée par l'eau. On peut lui rendre sa première qualité, en lui restituant l'acide qu'elle a perdu pendant l'évaporation.

Telles sont les différentes considérations que j'ai cru devoir faire pour rendre moins incertain l'effet des réactifs sur les eaux. Mais quelque précision qu'on apporte dans ces recherches, quelque étendues que soient les connoissances que l'on a acquises sur les degrés de pureté

pureté & sur les différens états des diverses substances que l'on combine aux eaux minérales pour en découvrir les principes, si l'on ne peut disconvenir que chacun des réactifs est susceptible d'indiquer deux ou trois matières différentes, dissoutes dans ces eaux, il restera toujours du doute sur le résultat de leur action. La chaux, par exemple, s'empare de l'acide carbonique; elle précipite les sels à base d'alumine & de magnésie, aussi bien que les sels métalliques, l'ammoniaque opère le même effet, l'alcali fixe précipite, outre ces premiers sels, ceux à base de chaux; le prussiate calcaire, le prussiate de potasse & l'alcool gallique précipitent le sulfate & le carbonate de fer; les dissolutions nitriques d'argent & de mercure décomposent tous les sels sulfuriques & les sels muriatiques qui peuvent varier ou se trouver plusieurs ensemble dans la même eau; elles sont elles-mêmes décomposées par les alcalis, la craie, la magnésie. Parmi ce grand nombre d'effets compliqués, comment distinguer celui qui a lieu dans l'eau qu'on examine? comment savoir s'il est simple ou s'il est composé?

Ces questions, quoique très-difficiles dans les tems où la chimie ne connoissoit pas toutes ses ressources, sont cependant de nature à être agitées aujourd'hui; & l'on peut même espérer d'y

répondre d'une manière satisfaisante. J'observe d'abord que la nature des réactifs étant beaucoup mieux connue qu'elle ne l'étoit il y a quelques années, & leur réaction sur les principes des eaux mieux appréciée, c'est déjà une forte présomption pour penser que leur usage peut être beaucoup plus utile qu'on ne l'a cru jusqu'à ce jour. Il n'y a cependant encore eu, parmi le grand nombre d'excellens chimistes qui se sont occupés de l'analyse des eaux, que MM. Baumé, Bergman & Gioanetti, qui ayent entrevu qu'on pouvoit en tirer un plus grand parti qu'on ne l'a encore fait. On est depuis longtems, dans l'habitude de faire l'examen des eaux minérales par les réactifs sur de très-petites doses, & souvent dans des verres; on note les phénomènes de précipitation qu'on observe, & on ne pousse pas l'expérience plus loin. M. Baumé a conseillé, dans sa Chimie, de saturer une certaine quantité d'eau minérale avec l'alcali fixe & les acides, de ramasser les précipités, & d'en examiner la nature. Bergman a pensé qu'on pouvoit juger par le poids des précipités, que l'on obtient dans ces mélanges, de la quantité des principes contenus dans les eaux. Quelques autres chimistes ont aussi employé cette méthode, mais toujours dans quelques vues particulières, & jamais personne n'a proposé de faire

une analyse suivie des eaux minérales par ce moyen. Pour y parvenir, je pense qu'il faut mêler plusieurs livres d'eau minérale avec chaque réactif, jusqu'à ce que ce dernier cesse de précipiter cette eau. On laissera alors rassembler le précipité pendant vingt-quatre heures dans un vaisseau exactement bouché: on filtrera le mélange, & l'on examinera, par les moyens connus, le précipité resté sur le filtre, après l'avoir pesé, & fait sécher à l'étuve. C'est ainsi qu'on parviendra à découvrir sûrement la substance sur laquelle a agi le réactif, & à déterminer la cause de la décomposition qu'il a opérée. On pourra suivre un ordre marqué dans ces opérations, en mêlant d'abord les eaux avec les substances qui sont le moins susceptibles de les altérer, & en passant ainsi de ces substances à celles qui sont capables de produire des changemens plus variés & plus difficiles à apprécier. Voici ce que j'ai coutume de faire dans cette espèce d'analyse. Après avoir examiné la saveur, la couleur, la pesanteur & toutes les autres propriétés physiques d'une eau minérale, je verse sur quatre livres de ce fluide une quantité égale d'eau de chaux; s'il ne se fait point de précipité en vingt-quatre heures, je suis sûr que cette eau ne contient ni acide carbonique libre, ni carbonate alcalin, ni sels terreux à base de terre alu-

mineuse ou de magnésie, ni sels métalliques ; mais s'il se forme sur le champ ou peu à peu un précipité, je filtre le mélange, & j'examine les propriétés chimiques du dépôt. S'il n'a point de faveur, s'il est indissoluble dans l'eau, s'il fait effervescence avec les acides, & s'il forme avec l'acide sulfurique un sel insipide & presque insoluble dans l'eau, j'en conclus que c'est de la craie, & que l'eau de chaux ne s'est emparée que de l'acide carbonique dissous dans l'eau. Si au contraire il est peu abondant, s'il se rassemble difficilement, s'il ne fait point effervescence, s'il donne avec l'acide sulfurique un sel styptique, ou amer & très-soluble, il est formé par la magnésie ou la terre alumineuse, & souvent par l'une & l'autre. Je n'ai pas besoin de m'étendre davantage sur les moyens qui servent à distinguer ces deux substances, parce qu'ils doivent être très-connus. J'ajoute seulement qu'on peut les multiplier assez pour n'avoir aucun doute sur leur nature.

Après l'examen par l'eau de chaux, je verse sur quatre autres livres de la même eau minérale un gros ou deux d'ammoniaque bien caustique; ou j'y fais passer du gaz ammoniac dégagé de ce sel liquide par la chaleur. Lorsque l'eau en est saturée, je laisse le mélange en repos dans un vaisseau fermé pendant vingt-quatre

heures ; alors s'il s'est formé un précipité qui ne peut être dû qu'à des sels ferrugineux ou à base de magnésie & d'alumine, j'en recherche la nature à l'aide des différens moyens dont j'ai parlé pour la chaux. Mais l'action du gaz ammoniac étant plus infidelle que celle de l'eau de chaux qui opère les mêmes décompositions que lui, il est bon d'observer que l'on ne doit l'employer que comme un moyen auxiliaire dont on ne peut point attendre de résultats aussi exacts que ceux qui sont fournis par le réactif précédent.

Lorsque les sels à base de terre alumineuse ou de magnésie ont été découverts par l'eau de chaux, ou par le gaz ammoniac, la potasse ou la soude servent à faire reconnoître ceux à base de chaux, tels que le sulfate & le muriate calcaires. Pour cela, je précipite quelques livres de l'eau que j'examine par l'un ou l'autre de ces alcalis fixes en liqueur, jusqu'à ce qu'il ne la trouble plus. Comme il décompose aussi bien les sels à base de terre alumineuse que ceux qui sont formés par la chaux, si le précipité ressemble par la forme, la couleur & la quantité à celui que l'eau de chaux m'a donné, il est à présumer que l'eau ne contient point de sel calcaire ; & l'examen chimique de ce précipité confirme ordinairement ce soupçon. Mais si le mélange se trouble beaucoup plus que celui qui est fait avec

l'eau de chaux, si le dépôt est plus pesant, plus abondant, & se rassemble plus vite, alors il contient de la chaux mêlée avec la magnésie ou l'alumine. Je m'en assure en traitant ce dépôt par les différens moyens que j'ai déjà indiqués. On conçoit que le fer précipité par les réactifs en même-tems que les substances salino-terreuses, est facile à reconnoître par sa couleur & par sa faveur, & que la petite quantité de ce métal séparée par ces procédés, n'est pas capable d'influer sur les résultats.

Il seroit inutile d'insister sur les substances que l'acide sulfurique, l'acide nitreux, la noix de galle, les prussiates calcaire ou alcalin employés comme réactifs, peuvent indiquer dans les eaux minérales. Ce que j'ai dit plus haut sur les effets généraux de ces matières, doit suffire; j'ajouterai seulement qu'en les mêlant à grande dose avec ces eaux, on peut, en recueillant les précipités, reconnoître plus exactement la nature & la dose de leurs principes, ainsi que l'ont fait MM. Bergman & Gioanetti.

Je m'arrêterai davantage sur les produits que donnent les dissolutions nitriques d'argent ou de mercure mêlées aux eaux minérales. C'est surtout avec ces réactifs qu'il est avantageux d'opérer sur de grandes doses, afin de pouvoir déterminer la nature des acides que contiennent

les eaux. L'analyse de ces fluides deviendra complete par la connoissance de leurs acides, puisque ces derniers y sont souvent combinés avec les bases que les réactifs précédens ont fait reconnoître. La couleur, la forme & l'abondance des précipités formés par les dissolutions de mercure & d'argent, ont indiqué jusqu'actuellement aux chimistes, la nature des acides auxquels ils sont dus. Un dépôt épais, pesant, & qui se forme sur-le-champ par ces dissolutions, décèle l'acide muriatique. S'il est peu abondant, blanc, & cristallisé avec le nitrate d'argent, jaunâtre & informe avec celui de mercure; s'il ne se rassemble que lentement, on l'attribue à l'acide sulfurique. Cependant, comme ces deux acides se rencontrent fréquemment dans la même eau, comme l'alcali & la craie décomposent aussi ces dissolutions, on n'a que des résultats incertains lorsqu'on ne s'en rapporte qu'aux propriétés physiques des précipités. Il faut donc les examiner plus en détail. Pour cet effet, on doit mêler les dissolutions d'argent & de mercure avec cinq à six livres de l'eau qu'on veut analyser, filtrer les mélanges vingt-quatre heures après, sécher les dépôts & les traiter par les procédés que l'art indique. En chauffant dans une cornue le précipité fait par une dissolution nitrique de mercure, la portion

de ce métal, unie à l'acide muriatique des eaux, se volatilise en *mercure doux*; celle qui est combinée à l'acide sulfurique, reste au fond du vaisseau, & offre une couleur rougeâtre. On peut encore reconnoître ces deux sels en les mettant sur un charbon ardent. Le sulfate de mercure, s'il y en a, exhale de l'acide sulfureux & se colore en rouge, le muriate mercuriel reste blanc, & se volatilise sans odeur de soufre. Ces phénomènes servent aussi à faire distinguer les précipités qui pourroient être formés par les substances alcalines contenues dans les eaux, puisque ces derniers n'exhalent point d'odeur sulfureuse, & ne sont point volatils sans décomposition.

Les précipités produits par la combinaison des eaux minérales avec la dissolution nitrique d'argent, peuvent être examinés aussi facilement que les précédens. Le sulfate d'argent étant plus soluble que le muriate du même métal, l'eau distillée peut être employée avec succès pour séparer ces deux sels. Le muriate d'argent se reconnoît à sa fixité, à sa fusibilité, & sur-tout à ce qu'il est moins décomposable que le sulfate de ce métal; ce dernier mis sur les charbons, exhale une odeur sulfureuse, & laisse un oxide d'argent que l'on peut fondre sans addition. Je ne parle point de tous les procédés que la chi-

mie pourroit fournir pour reconnoître & séparer les deux sels d'argent dont je viens de faire mention; il me suffit d'en avoir indiqué quelques-uns.

§. VI. *Examen des Eaux minérales par la distillation.*

La distillation est employée dans l'analyse des eaux, pour connoître les substances gazeuses qui leur sont unies. Ces substances sont, ou de l'air plus ou moins pur, ou de l'acide carbonique, ou du gaz hydrogène sulfuré. Pour en connoître la nature & la quantité, il faut prendre quelques livres d'eau minérale, les mettre dans une cornue qu'elles ne remplissent qu'à moitié ou aux deux tiers; adapter à ce vaisseau un tube recourbé qui plonge sous une cloche pleine de mercure. L'appareil ainsi disposé, on chauffe la cornue jusqu'à ce que l'eau soit en pleine ébullition, ou jusqu'à ce qu'il ne passe plus de fluide élastique dans les cloches. Lorsque l'opération est finie, on soustrait du volume de gaz que l'on a obtenu, la quantité d'air contenu dans la portion vide de la cornue; le reste est le fluide aériforme qui étoit contenu dans l'eau minérale, & dont on connoît bientôt la nature, par les épreuves de la bougie allumée, de la teinture de tourne-

fol & de l'eau de chaux. S'il s'enflamme & s'il a une odeur fétide, c'est du gaz hydrogène sulfuré: s'il éteint la bougie, s'il rougit le tournesol, & s'il précipite l'eau de chaux, c'est de l'acide carbonique; enfin, s'il entretient la combustion sans s'enflammer, s'il est inodore, s'il n'altère ni le tournesol, ni l'eau de chaux, c'est de l'air atmosphérique. Il peut arriver que ce dernier fluide soit plus pur que l'air de l'atmosphère; alors on juge de son degré de pureté, par la manière dont il excite la combustion, ou par son mélange avec le gaz nitreux ou hydrogène dans les eudiomètres de MM. Fontana & Volta. Le procédé que l'on suit pour obtenir les matières gazeuses contenues dans les eaux, est entièrement dû à la chimie moderne. Autrefois l'on employoit une vessie mouillée, qu'on adaptoit au gouleau d'une bouteille pleine d'eau minérale; on agitoit ce fluide & on jugeoit par le gonflement de la vessie de la quantité de gaz contenu dans l'eau. On fait aujourd'hui que ce moyen est infidèle, parce que l'eau ne peut donner tout son gaz que par l'ébullition, & parce que les parois de la vessie mouillée altèrent & dénaturent le fluide élastique que l'on obtient. Il n'est pas besoin d'avertir qu'il faut observer avec soin les phénomènes que l'eau présente à mesure que le gaz s'en sépare; enfin, qu'on doit

distiller une quantité d'autant moins grande d'eau, que sa saveur, son pétilllement & sa légèreté indiquent qu'elle contient davantage de gaz.

Tel est le moyen recommandé par les chimistes modernes pour retirer les fluides élastiques contenus dans les eaux. Je ferai observer, 1°. qu'on ne doit compter sur ce procédé pour les eaux acidules, qu'autant qu'on estime très-exactement la pesanteur de l'air & l'état de compression du fluide élastique dans les cloches, & que comme cette estimation est assez difficile, l'absorption de cet acide par l'eau de chaux proposée par M. Gioanetti paroît être préférable; 2°. quoiqu'il ait été recommandé par Bergman pour retirer le gaz hydrogène sulfuré des eaux sulfureuses, il ne peut point remplir cet objet, parce que la chaleur de l'ébullition décompose ce gaz, & parce qu'il est aussi décomposé par le mercure qui passe à l'état d'éthiops aussitôt qu'il touche ce fluide élastique. C'est pour cela que dans mon analyse des eaux d'Enguien près Montmorency, j'ai proposé la litharge pour absorber ce gaz à froid, & pour désoufrer complètement les eaux sulfureuses.

S. VII. *Examen des Eaux minérales
par l'évaporation.*

L'évaporation est généralement regardée com.

me le moyen le plus sûr d'obtenir tous les principes des eaux minérales. Nous avons fait observer plus haut, & nous répétons ici, d'après les travaux de MM. Venel & Cornette, qu'il peut se faire qu'une longue ébullition décompose les matières salines dissoutes dans l'eau, & c'est pour cela que nous avons conseillé de les examiner par les réactifs employés à grande dose. Cependant l'évaporation peut fournir tant de lumières lorsqu'on la joint à l'analyse par les réactifs, qu'on doit toujours la considérer comme un des principaux moyens d'analyser les eaux, & qu'il est nécessaire d'insister sur la méthode la plus convenable de la faire.

Le but de cette opération étant de recueillir les principes fixes contenus dans une eau minérale, on sent que, pour connoître la nature & la proportion de ces principes, il faut en avoir une certaine quantité, & qu'à cet effet il est nécessaire d'évaporer d'autant plus d'eau qu'elle paroît moins chargée. On doit opérer sur une vingtaine de livres, lorsque l'eau paroît contenir beaucoup de matière saline; si au contraire elle semble n'en tenir que très-peu en dissolution, il est indispensable d'en évaporer une beaucoup plus grande dose; on est même quelquefois obligé d'en soumettre plusieurs centaines de livres à cette opération. La nature & la

forme des vaisseaux dans lesquels on se propose d'évaporer les eaux, n'est point du tout indifférente. Ceux de métal, excepté ceux d'argent, sont altérables par l'eau, ceux de verre d'une certaine étendue, sont très-sujets à se casser; ceux de terre vernissée & bien unie sont les plus convenables, quoique le fendillement de leur couverture donne quelquefois lieu à l'absorption des matières salines. Ceux de porcelaine sans couverture, c'est-à-dire, de biscuit, seroient sans contredit les plus convenables; mais leur cherté est un obstacle considérable. Les chimistes ont proposé différentes manières d'évaporer les eaux minérales. Les uns ont voulu qu'on les distillât jusqu'à siccité dans des vaisseaux fermés, afin d'être sûr que les substances étrangères qui voltigent dans l'atmosphère ne se mêlassent point au résidu; mais cette opération est rebutante par sa longueur. D'autres ont conseillé de les faire évaporer à une chaleur douce qui ne fût point poussée jusqu'à l'ébullition, parce qu'ils ont cru que cette dernière chaleur altère les principes fixes, & en enlève toujours une partie. Telle est l'opinion de Venel & Bergman. M. Monnet veut au contraire qu'on fasse bouillir l'eau, parce que son mouvement s'oppose à l'intromission des matières étrangères contenues dans l'atmosphère. Bergman

évite cet inconvénient, en indiquant de couvrir le vaisseau évaporatoire d'un couvercle percé dans son milieu pour donner passage aux vapeurs. Cette dernière méthode retarde de beaucoup l'évaporation, parce qu'elle diminue singulièrement la surface du fluide. On doit l'employer dans le commencement jusqu'à ce que les vapeurs soient assez fortes pour écarter la poussière. Mais la plus grande différence de manipulation pour cette expérience, consiste en ce que les uns veulent, d'après Boulduc, qu'on sépare les substances qui se déposent à mesure que l'évaporation a lieu, afin d'obtenir chacun des principes des eaux, pur & isolé; les autres prescrivent au contraire de poursuivre l'évaporation jusqu'à siccité. Nous pensons avec Bergman que cette dernière méthode est plus expéditive & plus sûre, parce que, quelque précaution qu'on apporte dans la première pour séparer les différentes matières qui se déposent ou qui se cristallisent, on ne les obtient jamais pures, & il faut toujours les examiner par une analyse ultérieure; d'ailleurs cette méthode n'est jamais exacte, à cause des fréquentes filtrations & de la perte qu'elles occasionnent; enfin, elle est très-embarrassante & elle rend l'évaporation très-longue. On doit donc évaporer les eaux à siccité dans des capsules de verre au bain-marie,

& mieux encore dans des cornues de verre au bain de sable.

On observe différens phénomènes pendant cette évaporation. Si l'eau est acidule, elle se remplit de bulles dès la première impression de la chaleur; à mesure que l'acide carbonique s'en dégage, il se forme une pellicule & un dépôt dû à la craie & au carbonate de fer. A ces premières pellicules succède la cristallisation de sulfate de chaux; enfin les muriates de potasse & de soude cristallisent en cubes à la surface, & les sels déliquescens ne peuvent s'obtenir que par l'évaporation conduite jusqu'à siccité.

Alors on pèse le résidu, on le met dans une petite fiole avec trois ou quatre fois son poids d'alcool. On agite le tout, & après l'avoir laissé reposer quelques heures, on le filtre, on conserve la liqueur à part, on sèche, à une chaleur douce ou à l'air, la portion du résidu sur laquelle le fluide spiritueux n'a point agi; on la pèse exactement lorsqu'elle est bien sèche, & on fait par le déchet que ce résidu a éprouvé, combien il contenoit de muriates calcaire ou magnésien qui sont très-solubles dans l'alcool. Nous parlerons plus bas de la manière de s'assurer de la présence de ces deux sels dans ce fluide spiritueux.

On délaye ensuite le résidu bien sec avec huit fois son poids d'eau distillée froide, & après avoir laissé ce mélange en repos pendant quelques heures, on le filtre; on dessèche une seconde fois le résidu; on le fait bouillir pendant une demi-heure dans quatre ou cinq cent fois son poids d'eau distillée, on filtre, & alors il ne reste plus que ce que l'eau froide & l'eau bouillante n'ont pas pu dissoudre; la première s'est emparée des sels neutres, tels que le sulfate de soude ou de magnésie, le muriate de soude ou de potasse, & les alcalis fixes, surtout la soude unie à l'acide carbonique. L'eau bouillante à grande dose ne dissout guère que le sulfate de chaux. Il y a donc quatre substances à examiner après ces différentes opérations sur la matière obtenue par l'évaporation; 1°. le résidu insoluble dans l'alcool & dans l'eau à différentes températures; 2°. les sels dissous dans l'alcool; 3°. ceux dont l'eau froide s'est emparée; 4°. enfin ceux qui ont été enlevés par l'eau bouillante. Passons aux expériences nécessaires pour reconnoître ces diverses substances.

1°. Le résidu qui a résisté à l'action de l'alcool & dans l'eau, froide ou chaude, peut être composé de terre calcaire, de carbonate de magnésie & de fer, d'alumine & de quartz, ces
deux

deux dernières substances sont très-rares, mais les trois premières sont fort communes; la couleur brune ou jaune plus ou moins foncée indique la présence du fer. Si le résidu est gris blanc, il ne contient point de ce métal. Lorsqu'il en contient, Bergman conseille de l'humecter & de l'exposer à l'air pour qu'il se rouille, alors le vinaigre n'a plus d'action sur lui. Pour indiquer les moyens de séparer ces différentes matières, supposons un résidu insoluble, composé des cinq substances que nous avons dit qu'il pouvoit convenir. On doit commencer par l'humecter & l'exposer aux rayons du soleil; lorsque le fer est bien rouillé, on fait digérer ce résidu dans du vinaigre distillé. Cet acide dissout la chaux & la magnésie; on le fait évaporer, & l'on obtient de l'acétite calcaire, qui se distingue de l'acétite de magnésie, en ce qu'il n'attire point l'humidité de l'air. On peut séparer ces deux sels par la déliquescence, ou bien en versant dans leur dissolution de l'acide sulfurique. Ce dernier forme du sulfate de chaux qui se précipite; s'il y avoit de l'acétite magnésien, le sulfate de magnésie formé par l'acide sulfurique resteroit en dissolution dans la liqueur, & on pourroit l'obtenir par une évaporation bien ménagée. Pour connoître la quantité des terres magnésienne & calcaire contenues

dans ce résidu, on précipite à part les sulfates de chaux & de magnésie formés par l'acide sulfurique versé dans la dissolution acéteuse, à l'aide du carbonate de potasse, & on pèse ces précipités. Lorsqu'on a séparé la craie & la magnésie du résidu, il ne reste plus que le fer, l'alumine & le quartz. On enlève le fer & l'alumine à l'aide de l'acide muriatique bien pur qui dissout l'un & l'autre. On précipite le fer par le prussiate de chaux, & l'alumine par le carbonate de potasse, & on pèse ces deux substances pour en connoître la quantité. La matière qui reste après qu'on a séparé l'alumine & le fer, est ordinairement quartzeuse; on s'assure de sa quantité par le poids, & de sa nature en la faisant fondre au chalumeau avec le carbonate de soude. Tels sont les procédés les plus exacts recommandés par Bergman, pour connoître le résidu non soluble des eaux.

2°. On prend ensuite l'alcool qui a servi à laver le résidu sec des eaux; on l'évapore à siccité. Bergman conseille de le traiter par l'acide sulfurique étendu d'eau, comme la dissolution acéteuse dont nous avons parlé plus haut; mais il faut observer que ce procédé ne sert qu'à faire connoître la base de ces sels. Pour déterminer l'acide qui est ordinairement uni à la magnésie ou à la chaux, & quelquefois à toutes

les deux dans ce résidu, il faut verser sur ce résidu sec quelques gouttes d'acide sulfurique très-concentré qui excite une effervescence & dégage du gaz acide muriatique, reconnoissable par son odeur & sa vapeur blanche, lorsque le sel qu'on examine est formé par cet acide; On peut encore s'en assurer en dissolvant tout le résidu dans l'eau, & en y mêlant quelques gouttes de dissolution nitrique d'argent. Quant à la base, qui est, comme nous l'avons déjà dit, ou de la chaux, ou de la magnésie, ou toutes les deux ensemble, on reconnoît leur quantité & leur nature par le même acide sulfurique, ainsi que nous l'avons exposé ci-dessus pour la dissolution acéteuse.

3°. La lessive du premier résidu de l'eau minérale, faite avec huit fois son poids d'eau distillée froide, contient les sels neutres alcalins, tels que le sulfate de soude, les muriates ou sels marins, le carbonate de potasse ou de soude, & le sulfate de magnésie. Quelquefois il s'y trouve aussi une petite quantité de sulfate de fer. Ces sels ne sont jamais tous ensemble dans les eaux. Le sulfate de soude & le carbonate de potasse ne se trouvent que très-rarement dans les eaux; mais le sel marin s'y rencontre fréquemment avec le carbonate de soude; le sulfate de magnésie y existe aussi assez souvent.

& il est même des eaux qui en contiennent une assez grande quantité. Lorsque ce premier lavage du résidu d'une eau minérale ne contient qu'une espèce de sel neutre, il est fort aisé de l'obtenir par la cristallisation, & de s'assurer de sa nature par sa forme, sa saveur, l'action du feu, ainsi que celle des réactifs. Mais ce cas est fort rare, & il est beaucoup plus ordinaire que plusieurs sels soient réunis dans cette lessive; on doit alors chercher à les séparer par une évaporation lente: ce moyen même ne réussissant pas toujours parfaitement, quelque soin que l'on emploie à évaporer cette première lessive, il faut examiner de nouveau chacun des sels qu'on obtient dans les différens tems de l'évaporation. C'est le plus souvent le carbonate de soude, qui se dépose confusément avec les sels muriatiques; on parvient à les séparer en suivant un procédé indiqué par M. Gioanetti. Il consiste à laver ce sel mixte avec du vinaigre distillé. Cet acide dissout le carbonate de soude; on dessèche le mélange & on le lave de nouveau avec de l'alcool, qui se charge de l'acétite de soude, sans toucher au sel marin. On évapore à siccité la dissolution spiritueuse, & on calcine le résidu; le vinaigre se décompose & se brûle; on n'a plus alors que la soude dont on connoît exactement la quantité.

4°. La lessive du premier résidu de l'eau minérale faite avec quatre ou cinq cens fois son poids d'eau bouillante, ne contient que du sulfate de chaux; on s'en assure par l'ammoniaque caustique bien pure, qui n'y occasionne aucun changement, tandis que la potasse caustique la précipite abondamment. En l'évaporant à siccité, on connoît exactement la quantité du sel terreux qui étoit contenu dans l'eau.

§. VIII. *Des Eaux minérales artificielles.*

Les procédés nombreux que nous venons de décrire pour examiner les résidus des eaux minérales évaporées, suffisent pour reconnoître avec la plus grande précision toutes les diverses matières qui sont tenues en dissolution dans ces fluides. Cependant il reste encore un pas à faire pour assurer le succès de son analyse; c'est d'imiter la nature par la synthèse, & en dissolvant dans de l'eau pure les différentes substances retirées par l'analyse de l'eau minérale que l'on a examinée. Si cette eau minérale artificielle a la même saveur, la même pesanteur, & présente avec les réactifs les mêmes phénomènes que l'eau minérale naturelle analysée, c'est la preuve la plus complète & la plus certaine que l'analyse a été bien faite. Cette combinaison artificielle a même l'avantage de pou-

voir fournir en tout tems , en tous lieux , & à peu de frais des médicamens aussi utiles pour la guérison des maladies, que les eaux minérales naturelles, dont le transport & beaucoup d'autres circonstances sont susceptibles d'altérer les propriétés.

Les chimistes les plus célèbres pensent qu'il est possible d'imiter les eaux minérales. Macquer a fait observer que depuis la découverte de l'acide carbonique , & de la propriété qu'on lui a reconnue de rendre plusieurs substances solubles dans l'eau , il est beaucoup plus aisé de préparer des eaux minérales artificielles. Bergman a enseigné la manière de composer des eaux qui imitent parfaitement celles de Spa, de Seltz, de Pyrmont, &c. Il nous a appris qu'en Suède on en fait usage avec beaucoup de succès ; & il a éprouvé lui-même les bons effets de ces préparations. M. Duchanoy a publié un Ouvrage dans lequel il a donné une suite de procédés pour imiter toutes les eaux minérales qu'on a coutume d'employer en médecine. Il y a donc tout lieu d'espérer que la chimie pourra rendre des services importans à l'art de guérir, en lui fournissant des médicamens précieux, dont il saura à son gré adoucir ou augmenter l'activité.