

DOSAGE	EAU TRÈS PURE	EAU POTABLE	EAU SUSPECTE	EAU MAUVAISE
Chlore	moins de 0 gr. 015 par litre	moins de 0 gr. 040 excepté au bord de la mer	0 gr. 050 à 0 gr. 100	plus de 0 gr. 100
Acide sulfurique	0 gr. 002 à 0 gr. 005	0 gr. 005 à 0 gr. 030	plus de 0 gr. 030	plus de 0 gr. 050
Oxygène emprunté au permanganate en solution alcaline	moins de 0 gr. 001	moins de 0 gr. 002	0 gr. 003 à 0 gr. 004	plus de 0 gr. 004
Perte de poids du dépôt par la chaleur rouge	moins de 0 gr. 015	moins de 0 gr. 040	0 gr. 040 à 0 gr. 070	plus de 0 gr. 100
Degré hydrotimétrique total	5 à 15	15 à 30	au-dessus de 30	au-dessus de 400
Degré hydrotimétrique persistant après l'ébullition	2 à 5	5 à 12	12 à 18	au-dessus de 20

Le Congrès international pharmaceutique tenu à Bruxelles en 1885 a indiqué les conditions suivantes que doit remplir une eau pour être potable :

- 1° Elle doit être limpide, transparente, incolore, sans odeur et complètement exempte de matières en suspension ;
- 2° Elle doit être fraîche et d'une saveur agréable ; sa température ne doit pas varier sensiblement et ne peut dépasser 15° ;
- 3° Elle doit être aérée et tenir en dissolution une certaine quantité d'acide carbonique. Il faut, en outre, que l'air qu'elle renferme contienne plus d'oxygène que l'air atmosphérique ;
- 4° La quantité de matières organiques, évaluée en acide oxalique, ne doit pas dépasser 20 milligrammes par litre ;
- 5° Elle ne doit pas contenir plus de cinq dixièmes de milligramme d'ammoniaque par litre ;
- 6° La matière organique azotée, brûlée par une solution

alcaline de permanganate de potasse, ne doit pas fournir plus de 0 gr. 0001 d'azote albuminoïde par litre d'eau ;

- 7° Un litre d'eau ne doit pas contenir plus de :
 - 0 gr. 500 de sels minéraux ;
 - 0 gr. 060 d'anhydride sulfurique ;
 - 0 gr. 008 de chlore ;
 - 0 gr. 002 d'anhydride azotique ;
 - 0 gr. 200 d'oxydes alcalino-terreux ;
 - 0 gr. 030 de silice ;
 - 0 gr. 003 de fer.

8° L'eau potable ne doit renfermer ni nitrites, ni hydrogène sulfuré, ni sulfures, ni sels métalliques précipitables par l'acide sulfhydrique ou le sulfhydrate d'ammoniaque, à l'exception de traces de fer, d'aluminium ou de manganèse ;

9° Elle ne doit pas acquérir une odeur désagréable après avoir séjourné pendant quelque temps dans un vase ouvert ou fermé ;

10° Elle ne doit renfermer ni saprophytes, ni leptotrix, ni leptomites, ni hyphéotrix et autres algues blanches, ni infusoires, ni bactéries, et particulièrement aucun de ces êtres en décomposition ;

11° L'addition de sucre blanc ne doit pas y développer de fungus ;

12° Cultivée avec de la gélatine, elle ne doit pas produire d'innombrables bactéries liquéfiant cette gélatine en moins de huit jours.

CHAPITRE II

Analyse chimique

L'analyse chimique de l'eau comprendra :

- 1° Examen des caractères organoleptiques ;
- 2° Résidu sec à 100° ;
- 3° Cendres ou sels minéraux ;
- 4° Dosage de la silice ;
- 5° Dosage du fer et de l'alumine ;

- 6° Dosage de la chaux ;
- 7° Dosage de la magnésie ;
- 8° Dosage de la potasse et de la soude ;
- 9° Dosage des phosphates ;
- 10° Dosage des sulfates ;
- 11° Dosage des chlorures ;
- 12° Réaction ;
- 13° Recherche et dosage des azotites ;
- 14° Recherche et dosage des azotates ;
- 15° Recherche et dosage de l'ammoniaque libre et albuminoïde ;
- 16° Dosage de l'oxygène dissous dans l'eau ;
- 17° Dosage des gaz dissous dans l'eau ;
- 18° Analyse hydrotimétrique ;
- 19° Matières organiques ;
- 20° Analyse spectrale.

On trouve dans les eaux potables :

1° Les éléments fondamentaux suivants : a) bases : potasse, soude, ammoniacque, chaux, magnésie, oxyde de fer ; b) acides : chlorhydrique, silicique, sulfurique ; c) gaz : azote, oxygène, anhydride carbonique ; d) matières organiques ;

2° Les éléments suivants assez fréquents, mais peu abondants : brome, iode, fluor, azotate d'ammoniacque, phosphates, arsénates, sulfarsénates, strontium, magnésium, lithium, rubidium, cæsium ;

3° Les éléments suivants rarement : aluminium, baryum, nickel, cobalt, zinc, cadmium, cæsium, glycinium.

Calcul de l'Analyse

Nous exposons les dosages effectués, mais ces données immédiates n'indiquent en rien la manière dont les différents corps dosés sont combinés entre eux et nous conformant à l'usage, nous avons exprimé la composition définitive probable en combinant d'abord le chlore au sodium et au calcium, l'acide sulfurique à la chaux, l'acide azotique à l'ammoniacque et au fer, etc.

CHAPITRE II

Procédés analytiques

Au Congrès international d'hygiène de 1889, M. A. Lévy, après avoir rappelé les travaux exécutés depuis dix-sept années à l'Observatoire de Montsouris, demandait l'unification des méthodes pour l'analyse chimique des eaux et de l'air atmosphérique : « Les méthodes d'analyse devraient être discutées, puis fixées d'un commun accord. Les résultats devraient être publiés sous la même forme, afin de pouvoir être comparés.

« Il appartient au Congrès d'hygiène de réserver aux études chimiques la part qui leur revient dans les questions ressortissant à l'hygiène urbaine, et nous serions personnellement heureux que cette communication pût décider quelques-uns de nos collègues à se joindre à nous pour réclamer une organisation commune des analyses de l'air et des eaux. »

Cette proposition de M. A. Lévy fut adoptée par la section du Congrès à l'unanimité.

Après 11 années au X^e Congrès international d'hygiène de Paris, 1900, M. A. Lévy rappelait sa première proposition restée infructueuse et appelait de nouveau l'attention du Congrès sur les inconvénients qui résultent du manque de précision des qualités que doit posséder une eau naturelle pour être potable, de la valeur des divers éléments chimiques, et de leurs proportions pour définir la qualité des eaux potables.

La 2^e section du Congrès décida de nommer une commission internationale pour étudier les meilleures méthodes d'analyses chimiques des eaux. Malheureusement la commission n'a pas encore fait connaître le résultat de ses travaux. Mais M. A. Lévy a, de son côté, exposé à plusieurs reprises les résultats de ses recherches et des procédés précis dans les Annales de l'observatoire municipal de Montsouris, qui permettent d'effectuer avec certitude une analyse chimique suffisante pour juger des qualités d'une eau.

Nous exposerons les méthodes que nous avons choisies et les résultats obtenus.

Prise d'échantillon. — Pour l'analyse chimique nous prélèverons l'eau à analyser dans des bouteilles soigneusement lavées aux acides puis à l'eau distillée et lavées encore avec l'eau à analyser.

Si nous devons puiser l'eau dans un étang ou une masse d'eau quelconque, nous immergerons la bouteille loin des bords du lac, de façon à puiser entre la couche profonde qui est en général vaseuse et la couche supérieure qui contient toujours des poussières diverses. Nous examinerons le terrain environnant qui peut fournir des indications importantes. Si nous devons puiser à un robinet de conduite d'eau ou d'une pompe, nous laisserons couler l'eau quelques minutes pour ne pas prélever l'eau ayant séjourné dans la canalisation.

Il faut en général de 6 à 8 litres pour l'analyse chimique.

1. Examen des caractères organoleptiques. —

On notera *la couleur* : l'eau potable devant être incolore ou légèrement bleue sous une grande épaisseur, on considérera comme suspecte toute eau colorée d'une façon quelconque ;

L'odeur qui doit être nulle, toute eau odorante devenant suspecte. M. Lhote indique d'additionner l'eau de 2 vol. d'éther et d'évaporer l'éther ensuite, on perçoit alors facilement l'odeur vaseuse des eaux impures tandis qu'il ne doit se dégager aucune odeur avec les eaux pures.

La saveur, qui doit être nulle, une eau à saveur acide contiendrait probablement du gaz carbonique en dissolution, alors qu'une eau amère contiendrait probablement un excès de sels magnésiens et une eau salée un excès de chlorure de sodium.

L'aspect, qui doit être limpide, toute eau trouble devenant suspecte.

Il suffit de se reporter, pour cet examen, aux conditions énumérées par le congrès de Bruxelles et que nous avons reproduites.

L'action sur les réactifs colorés.

Si l'eau était trouble et renfermait, par suite, une grande quantité de matières en suspension, on laisserait déposer

celles-ci, puis on filtrerait dans un filtre pesé sec ; on sécherait à l'étuve à 100°, et l'augmentation de poids du filtre indiquerait le poids des matières en suspension (matières organiques et sels non dissous) ; on pourrait ensuite calciner le tout et peser les cendres correspondant aux sels minéraux, alors que la perte du poids correspondrait au poids des matières organiques en suspension.

2. — Résidu sec à 100° — 120°. — Nous nous sommes servis simultanément d'un bain-marie à niveau constant (fig. 1) et d'une étuve à bain de sable (fig. 2) ; sur chacun nous plaçons 4 capsules en porcelaine numérotées, d'une

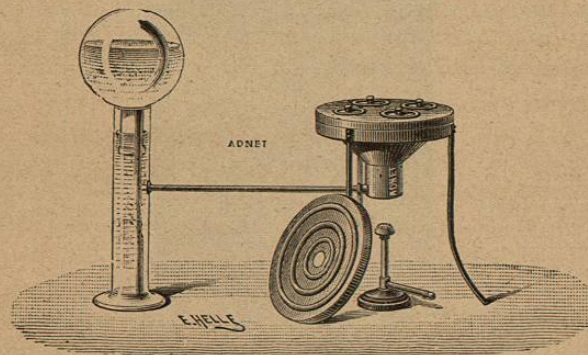


Fig. 1. — Bain-Marie

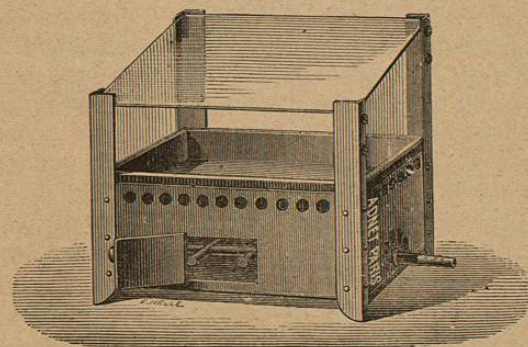


Fig. 2. — Étuve de M. Schloesing, à bain de sable

contenance de 250 cc. et ainsi assez rapidement en 10 heures environ nous arrivons à concentrer un litre de l'eau à analyser à 25 à 50 cc. environ. Le résidu était alors versé dans une capsule en platine tarée chauffée dans une étuve (fig. 3) à 110° à 120° au plus.

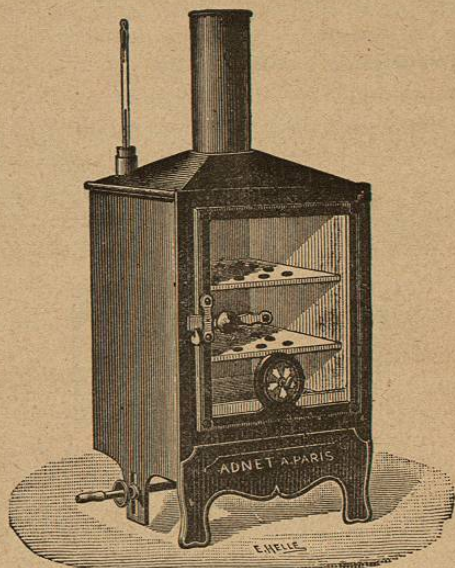


Fig. 3.

Nous avons toujours surveillé la température avec attention, car il est bien évident que si le résidu avait été chauffé à 150 ou 180° par exemple, nous aurions obtenu des chiffres différents. L'augmentation du poids de la capsule de platine tarée au préalable, nous donnait l'extrait sec par litre.

La capsule de platine avant et après la dessiccation était, avant d'être pesée, placée pendant une demi-heure dans un dessiccateur à acide sulfurique (fig. 4).

Les cinquante analyses que nous avons effectuées sur les eaux de Limoges, nous ont donné des chiffres très variables de 20 à 240 milligrammes par litre.

3. Cendres ou sels minéraux. — La capsule contenant le résidu sec à 100° de poids total P' est chauffée sur un bec Bunsen d'abord avec précaution pour éviter les

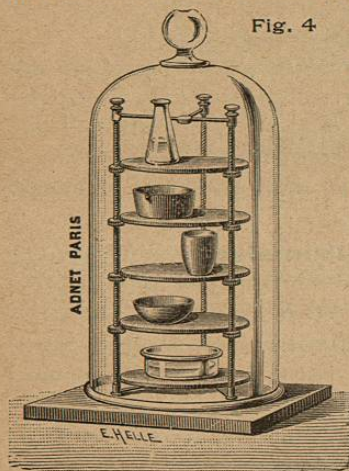


Fig. 4

projections, puis au rouge, on la laisse refroidir ; dans cette opération, on détruit les matières organiques, et aussi on décompose partiellement les carbonates, pour compenser cette décomposition, on ajoute dans la capsule refroidie quelques gouttes de solution concentrée de carbonate d'ammoniaque, qui reforme les carbonates décomposés, puis on calcine très légèrement pour dégager l'excès de carbonate d'ammoniaque ; on laisse refroidir

dans le dessiccateur à acide sulfurique, on pèse, soit P'' son poids, et l'augmentation du poids primitif P de la capsule, donne le poids de sels, alors P'' - P = poids de sels (alcalins, alcalino-terreux, silice, oxyde de fer, etc.), alors que P' - P'' = poids des substances organiques détruites, des sels ammoniacaux et d'une partie des chlorures et nitrates volatilisés.

Les cinquante analyses que nous avons effectuées sur les eaux de Limoges nous ont donné des chiffres variant de 10 à 365 milligrammes par litre.

4. Dosage de la silice. — On effectue ce dosage sur le résidu fixe de l'opération précédente : les sels sont traités dans la capsule de platine par 10 cc. d'eau distillée bouillante, et par de l'HCl, versé peu à peu, en quantité suffisante pour dissoudre complètement, on filtre, puis on évapore à siccité au bain de sable et on calcine fortement pour insolubiliser la silice, en portant le tout à l'étuve à 120° pendant 2 à 3 heures. On reprend par l'eau additionnée d'un peu d'HCl et bouillante, on filtre, la silice

reste sur le filtre, on lave à l'eau bouillante, et on recueille toutes les eaux de lavage pour y doser le fer; la silice est calcinée avec le filtre dans la capsule de platine, dont l'augmentation de poids des cendres du filtre donne le poids de la silice contenue dans un litre d'eau.

Les eaux de Limoges ne renfermant au maximum que 20 milligrammes de sels minéraux, il nous a fallu évaporer dix litres d'eau pour obtenir avec quelque chance d'exactitude un dosage de silice, et nous avons trouvé des traces seulement pour ces dix litres dans l'eau des nouvelles sources.

5. Dosage du fer et de l'alumine. — 1. Dans le filtratum du dosage de la silice, on peut précipiter le fer et l'alumine par l'ammoniaque et doser pondéralement — On peut encore doser colorimétriquement après transformation en sels ferriques par le chlorate de potasse et HCl, par les sulfocyanures alcalins.

Ces procédés classiques ne nous ayant pas donné de bons résultats, nous avons employé des procédés qui nous paraissent plus sensibles :

1^o Fer : le résidu sec de la capsule de platine est traité par 5 cc. d'HCl pur et 0 gr. 50 de chlorate de potasse en cristaux et 10 cc. d'eau distillée, on porte à l'ébullition qui est maintenue tant qu'il se dégage du gaz chlore, c'est-à-dire presque jusqu'à évaporation à sec, puis repris par 10 cc. d'eau distillée bouillante additionnée de 1 cc. d'HCl, et d'eau distillée pour parfaire 50 cc. dans l'un des tubes de l'appareil colorimétrique (fig. 5).

Pour évaluer la quantité de fer, nous additionnons de 2 cc. d'une solution à un dixième de sulfocyanure d'ammonium (ou de potassium) la plus petite trace de fer donne une coloration rouge-sang nettement visible même avec un centième de milligramme de fer (ferrique), qu'il suffit de comparer avec la teinte obtenue dans l'un des cinq tubes que nous avons préparés en prenant successivement 1, 5, 10, 15, 20 centièmes de milligramme de fer avec de l'eau distillée et 2 cc. de solution à 1/10 de sulfocyanure d'ammonium.

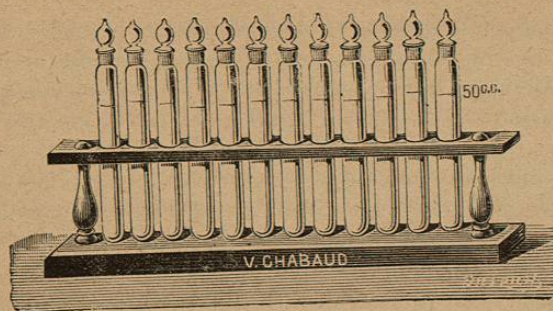


Fig. 5

Pour avoir facilement des centièmes de milligramme de fer, nous préparons la solution ferrique titrée suivante :

1 gr. 004 de fil de clavecin ou de fil à fleur (les 4 milligrammes devant compenser les impuretés) est dissous au bain de sable dans un ballon avec 20 cc. d'HCl pur, environ 100 cc. d'eau et 0 gr. 50 de chlorate de potasse en cristaux pour peroxyder, on fait bouillir jusqu'à disparition d'odeur de chlore, et on parfait un volume de 1000 cc. avec de l'eau distillée, on prend 10 cc. de cette solution, on y ajoute q. s. d'eau distillée pour parfaire 1000 cc., et la nouvelle solution renferme alors un centième de milligramme de fer par cc.

Ce procédé nous a donné de bons résultats, comparables à ceux obtenus avec le procédé de Momplot (1) que nous avons employé également dans quelques-unes de nos analyses.

M. Momplot dit : « Ce qui caractérise le fer dans les eaux considérées comme potables, c'est qu'il est dissimulé, et, pour employer l'expression consacrée, *occlus*. Les réactifs extrêmement sensibles de ce métal susceptibles d'en déceler des traces, tels que : le nitroprussiate de soude alcalin, le ferri ou le ferrocyanure de potassium, le sulfocyanure du même métal ne donnent aucune réaction. On est fondé de conclure que le fer se trouve engagé dans une

(1) Momplot. Thèse pour le Doctorat en pharmacie. Université de Lyon, 1902.

combinaison organique et que sa mise en évidence nécessite la destruction préalable de la dite combinaison. »

M. Momplot fait remarquer que le procédé ci-dessus par calcination fait passer une partie de l'oxyde de fer de la modification ordinaire soluble dans les acides à la modification insoluble, comme le colcothar.

Aussi, lorsque l'évaporation a lieu dans une capsule de platine, le fond est occupé par une couche ocreuse irisée qui résiste à l'acide chlorhydrique. Pour l'enlever, il est nécessaire d'attaquer par le bisulfate de potassium, qui donne du sulfate de fer et de potassim que l'on fait entrer dans les méthodes d'analyse.

M. Momplot a repris le procédé indiqué par M. Causse (1), qui consiste : « à précipiter l'eau par un mélange d'eau de baryte et de chlorure de baryum. Tout le fer se trouve dans ce précipité avec la matière organique. »

M. F. Garrigou, à propos des eaux minérales, a indiqué également pour recueillir les métaux lourds, l'addition à la source même d'hydrate de baryte pur en poudre fine, dans une bonbonne de l'eau à analyser ; quand le dépôt est bien séparé il le recueille, il ajoute SO^4H^2 dans le liquide clair qui donne du sulfate de baryte insoluble qui se dépose en entraînant une petite quantité de métaux échappés à la première précipitation, et ainsi les deux précipités contiennent tous les métaux contenus dans l'eau, et permettent en agissant sur une masse de 30 à 60 litres de retrouver de très petites quantités de ces métaux (2).

Ce procédé est analogue à celui de M. Causse que nous venons de citer.

M. Momplot introduit un litre d'eau préalablement filtrée sur un tampon de coton hydrophile, dans un flacon muni d'un robinet à sa partie inférieure, il additionne de 25 cc. d'un mélange à parties égales d'eau de baryte saturée et de solution de chlorure de baryum au cinquième.

Il se forme un précipité qu'il laisse se déposer 24 heures, et qui est formé de sulfate et de carbonate de baryte,

(1) Causse. Bulletin de la Société chimique de Paris, 1900, A. 23, p. 484.

(2) C. R. de l'Ac. des Sciences, 1900, 2^e sem., p. 897.

de carbonate de chaux et d'un composé organique contenant le fer. Il décante le liquide par le robinet, puis agite pour mettre le précipité en suspension et le jette sur un filtre ; il le lave à l'eau distillée pour éliminer l'excès de baryte.

Puis, il perce le filtre et au moyen du jet d'une pissette, il le chasse dans un ballon de 100 cc. qu'il remplit à moitié environ avec de l'eau distillée, il ajoute 1 à 2 cc. d'acide sulfurique pur versé goutte à goutte, et qui produit une effervescence par décomposition des carbonates.

Puis, il porte le ballon sur un bain-marie bouillant, pendant une à deux heures, en agitant fréquemment, il laisse reposer, décante et filtre la liqueur claire, il lave le précipité à 2 ou 3 reprises, réunit les liqueurs et les additionne dans une capsule de porcelaine de 1 ou 2 cc. d'acide chlorhydrique pur et de quelques cristaux de chlorate de potasse. Il porte au bain-marie bouillant, et laisse jusqu'à disparition complète du chlore formé, puis il porte directement sur une flamme et réduit à 5 ou 6 cc.

Ce liquide est ensuite dosé colorimétriquement.

Nous avons utilisé cette méthode à l'aide de l'appareil (fig. 5), la solution est additionnée d'eau pour faire 50 cc., d'un demi-centimètre cube d'acide acétique-cristallisable et de 2 cc. de solution de sulfocyanure de potassium au 1/10 ; et la teinte obtenue est comparée à celle obtenue avec la solution titrée de chlorure ferrique renfermant 0 milligr. 01 par cc., ajoutée à 50 cc. d'eau distillée.

Les 50 analyses que nous avons effectuées sur les eaux de Limoges nous ont donné des chiffres variant de 0 milligramme 2 à 1 milligramme 8 par litre.

2. Alumine. — La méthode de dosage par les pesées présentant de nombreuses causes d'erreur, nous avons employé la méthode Richard, qui consiste à traiter 250 cc. par exemple de l'eau à analyser par 1 à 2 cc. d'extrait fluide de campêche, qui forme une laque violacée ou donne une coloration rouge violacée si l'eau contient de l'alumine, et la laque ou la coloration ne disparaît pas en acidifiant par de l'acide acétique. Par comparaison de l'in-

tensité de la teinte violacée avec une solution titrée de sulfate d'alumine on peut évaluer la dose d'alumine contenue dans l'eau.

L'extrait de campêche doit être récemment préparé, nous l'obtenons en faisant une décoction de bois de campêche, filtrant et évaporant en consistance sirupeuse. Ce produit nous a donné la coloration violacée bien nette résistante à l'acide acétique avec quelques cc. d'une solution de 0 gr. 25 de sulfate d'alumine et de potasse par litre, et nous n'avons pas obtenu la coloration violacée avec les diverses eaux en expérience, la coloration rouge du campêche disparaissait complètement par addition d'acide acétique.

Nous en concluons qu'aucune des eaux analysées ne renferme une dose appréciable d'alumine.

6. Dosage de la chaux. — S'il est nécessaire, on concentre 500 à 1.000 cc. jusqu'à 100 cc. et on dose la chaux par les divers procédés suivants.

1° En général, on dose le calcium en le précipitant à l'état d'oxalate — C^2O^4Ca . Lemoine a indiqué, pour obtenir le précipité d'oxalate plus lourd, et se séparant mieux d'opérer ainsi : prendre 50 cc. par exemple de la solution, additionner d'un excès d'acide oxalique en solution, et s'il se forme un trouble ajouter de l'HCl jusqu'à limpidité, porter à l'ébullition et, à ce moment, neutraliser par l'ammoniaque en évitant un trop grand excès, maintenir l'ébullition quelques minutes et, au besoin, plus longtemps pour chasser l'ammoniaque. Après quelques minutes de repos, le précipité est nettement séparé et le liquide surnageant très limpide. tandis qu'avec le procédé habituel qui consiste à traiter par l'ammoniaque et l'oxalate d'ammoniaque, il faut au moins 12 heures de repos.

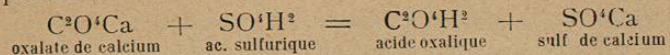
2° Le précipité d'oxalate de calcium est lavé sur le filtre à l'eau chaude et on peut alors ou bien le calciner au rouge blanc pour le transformer en chaux anhydre que l'on pèse.

3° Ou ce qui est préférable, le dissoudre sur un filtre par un peu d'HCl dilué à chaud et le doser par la solution N/10 de permanganate de potasse. Pour cela, on additionne la

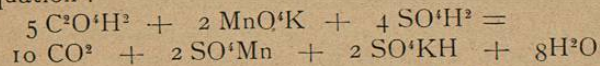
solution chlorhydrique de l'oxalate de calcium de 5 cc. d'acide sulfurique pur, on maintient la température portée vers 60° de température et on verse la solution décime de caméléon jusqu'à coloration rose, persistante : le nombre de cc. de liqueur employés, multiplié par 0 gr. 002 donne le poids de calcium contenu dans la prise d'échantillon.

Les réactions qui se passent sont :

L'acide sulfurique décompose l'oxalate d'après l'équation :



le sulfate de calcium se précipite et le dosage revient au dosage de l'acide oxalique, par le permanganate, d'après l'équation :



qui indique que le permanganate violet est décoloré en se transformant en sulfate de manganèse, tant qu'il y a de l'acide oxalique à oxyder, en le transformant en CO^2 et H^2O , qui indique en outre que : $5 C^2O^4H^2$ ou 5 mol. d'oxalate de Ca, renfermant 5×40 de Ca = 200 gr., sont oxydés par 2 mol. $MnO^4K = 316$ gr. 2, d'où 1 cc. de sol. N/10 de permanganate à 3 gr. 162 par litre, oxydera :

$$\frac{200 \times 0,003162}{316,2} = 0 \text{ gr. } 002 \text{ de Ca}$$

4° On peut encore employer le procédé Mohr, modifié par A. Lévy, qui consiste à précipiter à l'état d'oxalate de chaux, en additionnant 50 cc. de l'eau à analyser de 2 cc. d'une solution saturée de chlorure d'ammonium, et d'un excès d'oxalate d'ammonium, après douze heures de repos, on filtre en lavant le précipité d'oxalate par décantation à l'eau ammoniacale, puis à l'eau distillée. On dissout ensuite en versant sur le précipité, dans le filtre même de l'acide azotique étendu de son volume d'eau, on ajoute 100 cc. d'eau distillée, on chauffe à 60° et on titre au permanganate de potasse centinormal, jusqu'à coloration rose persistante.

On fait une opération identique sur de l'eau distillée, et

on retranche du nombre de cc. de caméléon nécessaire avec l'eau à analyser, le nombre nécessaire avec l'eau distillée dans la deuxième opération, et le nombre de cc. restant, multiplié par 0 gr. 00028, donne le poids de chaux Ca O, pour la prise d'essai.

5^o *Méthode par reste.* — On peut aussi, lorsque la dose de Ca est faible, pour éviter la séparation du précipité d'oxalate de calcium, précipiter la chaux par un excès de solution normale titrée d'oxalate d'ammoniaque, et doser ensuite l'excès restant d'oxalate.

C'est ainsi que nous avons dosé le calcium dans nos eaux potables, en prenant 100 cc. de l'eau à analyser, y ajouter 20 cc. de solution N/10 d'oxalate d'ammoniaque (7 gr. 10 par litre), laissant reposer, filtrant; puis on porte le filtrat ou, pour aller plus vite, la moitié du filtrat exactement mesuré, soit 60 cc., vers 50° de température, on ajoute 5 cc. de SO⁴ H² pur et du permanganate N/10 jusqu'à coloration rose, soit 8 cc. Si les 20 cc. de solution : N/10 ajoutés d'oxalate, dont 10 cc. seulement sont dans le demi-volume primitif, n'avaient été partiellement précipités par un sel de calcium, il aurait fallu ajouter un même volume, soit 10 cc. de solution décime de caméléon pour les oxyder; or il n'en a fallu que 8, c'est donc que 10 — 8 = 2 cc. de solution : N/10 d'oxalate ont été précipités à l'état d'oxalate de calcium; or, ces 2 cc. représentent, comme nous venons de le voir $0 \text{ gr. } 002 \times 2$ de calcium = 0,004 ou bien $0 \text{ gr. } 0028 \times 2 = 0 \text{ gr. } 0056$ de chaux Ca O, cela dans 50 cc., soit par litre = $0,004 \times 20 = 0,08$ de Ca, ou $0 \text{ gr. } 0056 \times 20 = 0 \text{ gr. } 112$ de chaux Ca O.

C'est ce procédé que nous avons employé et qui nous a donné des chiffres variant de 0 gr. 005 à 0 gr. 151 dans les 50 analyses que nous avons effectuées.

Les sels de chaux contenus dans les eaux potables sont en général le sulfate peu soluble (2 p. 5 dans 1.000 p. d'eau), le carbonate dissous à la faveur de CO² que l'eau emprunte à l'air et qui passe ainsi à l'état de bicarbonate calcique soluble. On trouve également de petites quantités de chlorure, de silicate et même de sulfure de calcium. Le

bicarbonate de chaux à dose modérée paraît avoir une influence utile sur la nutrition. Une dose de sulfate de chaux, dépassant 200 milligr. (évalué en Ca O) devient nuisible comme l'acide sulfurique lui-même et produit les eaux mauvaises pour la cuisson des légumes, le savonnage, l'alimentation des chaudières à vapeur, etc.

7. Dosage de la magnésie. — En général, on précipite à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien; pour cela, on ajoute à la solution du chlorhydrate d'ammoniaque un excès d'ammoniaque, et si la liqueur se trouble encore du chlorhydrate d'ammoniaque jusqu'à obtention d'une liqueur claire, puis un excès d'une solution de phosphate de soude. On agite vivement, on laisse déposer 24 heures, on filtre. Le précipité est lavé à l'eau ammoniacale et peut être dosé pondéralement après calcination au rouge, on volumétriquement, en le dissolvant dans un peu d'acide azotique et dosant l'acide phosphorique comme nous l'indiquons d'autre part, le poids d'acide phosphorique anhydre P²O⁵ multiplié par 0,5775 donne le poids de magnésie MgO, ou par le procédé Christensen (1).

S'il est nécessaire, on concentre comme pour la chaux. On dose la magnésie dans le liquide résiduel du dosage de la chaux. On peut aussi, pour la chaux et la magnésie, opérer le dosage sur le liquide résultant de la précipitation de la silice, dont une autre partie a servi au dosage du fer. Nous n'avons trouvé la magnésie dans aucune des eaux analysées.

La magnésie existe dans les eaux potables à l'état de bicarbonate et de sulfate; la dose ne doit pas dépasser 30 milligrammes par litre; un excès donnerait un goût amer à l'eau potable. On a attribué à la magnésie la formation dans l'économie de calculs de phosphate ammoniaco-magnésien; M. Grange pense qu'elle contribue aussi au développement du goitre.

8. Dosage de la potasse et de la soude. — En général, on évapore un à 2 litres d'eau à 500 ou 250 cc., nous

(1) Voir notre traité d'analyse chimique quantitative. Maloine, éditeur, Paris.