



— N° 1

JANVIER-AVRIL 1923

ANNALES

de

l'Institut d'Hydrologie

et de

Climatologie

(Collège de France)

Publication Trimestrielle

SOMMAIRE

	PAGES
<i>Avant-Propos</i>	1
<i>Nécrologie</i> — A. DESGREZ, Le Docteur G. Bardet.....	11
CH. MOUREU et A. LEPAPE, Les Gaz Rares des Sources Thermales .	15
J. BARDET, Les méthodes générales de la Spectrochimie.....	31
A. ROBIN, La spécialisation des Eaux minérales fondée sur les indications de la maladie. Spécialisation fonctionnelle.....	45
P.-L. VIOLLE, La Diurèse envisagée au point de vue hydrominéral.	55
Revue Générale. — G. BARDET, Hydrologie Générale.....	72
Revue Analytique	85
Informations	95

Les travaux publiés dans les Annales n'engagent la responsabilité que de leurs auteurs.



INSTITUT D'HYDROLOGIE ET DE CLIMATOLOGIE

(Créé par arrêté ministériel du 10 Avril 1913)

(*Collège de France*)

Place Marcelin Berthelot, PARIS 5^e

COMITE DE REDACTION DES ANNALES :

D'ARSONVAL, Membre de l'Institut et de l'Académie de Médecine, Professeur au Collège de France, Directeur du laboratoire de Physique hydrologique et climatique.

F. BORDAS, Professeur suppléant au Collège de France, Directeur du laboratoire d'Hygiène hydrologique et climatique.

DESGREZ, Membre de l'Académie de Médecine, Professeur à la Faculté de Médecine de Paris, Directeur du laboratoire de Chimie biologique appliquée à la Clinique hydro-minérale et climatique, Secrétaire Général de l'Institut d'Hydrologie et de Climatologie.

CH. MOUREU, Membre de l'Institut et de l'Académie de médecine, Professeur au Collège de France, Directeur du laboratoire de Chimie-physique hydrologique et climatique.

F. RATHERY, Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris, Médecin de l'Hôpital Tenon, Directeur du laboratoire d'Hydrologie Médicale.

ALBERT ROBIN, Membre de l'Académie de médecine, Professeur honoraire de la Faculté de Médecine, Directeur honoraire du laboratoire de Clinique hydrologique et climatique.

GEORGES URBAIN, Membre de l'Institut, Professeur à la Faculté des Sciences de Paris, Directeur du laboratoire de Chimie analytique hydrologique et climatique.

Secrétaire de la Rédaction : A. LEPAPE, Chef des Travaux de Recherches Physico-chimiques à l'Institut d'Hydrologie et de Climatologie.

Les manuscrits et les épreuves corrigées devront être adressés à M. A. LEPAPE, au Collège de France.

ABONNEMENTS	{	France.....	20 francs
		Etranger.....	25 —

*Tous les fascicules sont vendus séparément à un prix variant
suivant leur importance*

ANNALES

de l'Institut d'Hydrologie et de Climatologie

AVANT-PROPOS

Les « ANNALES » dont nous commençons la publication sont principalement une revue scientifique dirigée par l'Institut d'Hydrologie et de Climatologie; elles seront aussi un journal d'informations relatives à tout ce qui intéresse son activité.

On trouvera exposée ci-après l'organisation de l'Institut, mais au moment où il entre en plein fonctionnement, il peut être utile de rappeler de quelle pensée il est né.

Dans les années qui ont précédé la guerre, notre pays, menacé dans ses intérêts économiques par de redoutables concurrences, sentait le besoin de développer toutes ses ressources. Quelques hommes de science furent frappés de voir combien la France était loin de tirer parti, autant qu'elle aurait pu le faire, de la variété de ses eaux thermales et des avantages naturels de son climat. Et ils s'accordèrent à penser que cela tenait surtout à l'absence d'une organisation appropriée. L'idée leur vint de constituer un groupement scientifique qui se donnerait pour objet d'étudier ces sources naturelles de richesse, d'en déterminer exactement la nature propre et la valeur, de les faire mieux connaître et de former un personnel capable de les utiliser. Ainsi se définissait une double tâche : d'un côté, les recherches rigoureusement scientifiques, poursuivies par des savants dans des laboratoires spécialement outillés à cet effet; d'autre part, un

enseignement destiné soit aux médecins, soit à leurs auxiliaires. Les renseignements qui suivent montreront comment l'Institut a pourvu à l'une et à l'autre de ces exigences. Il est prêt aujourd'hui à remplir complètement la fonction qui lui est assignée. C'est pourquoi, en inaugurant cette publication qui doit le mettre en contact avec un public plus nombreux, il fait appel à la bonne volonté de tous ceux dont le concours peut lui être utile. Il s'adresse à plusieurs sortes de lecteurs. Aux savants, il apportera des recherches neuves sur la composition physico-chimique des eaux et de l'air, sur leurs effets physiques et thérapeutiques, sur les variations des climats; il introduira une précision scientifique dans un grand nombre de données qui sont restées jusqu'ici plus ou moins vagues; il mettra en lumière des faits nouveaux et provoquera des expériences d'où résultera le progrès de la science. Aux praticiens, il fournira des indications indispensables, qui leur permettront de donner des conseils plus éclairés, de formuler des prescriptions plus sûres. Aux touristes, à la clientèle nombreuse des stations thermales, des bains de mer, à tous ceux qui vont chercher le repos ou la vie au grand air, il donnera des conseils pratiques, en leur faisant connaître ce qu'ils ont le plus grand intérêt à savoir, et d'autre part, aux municipalités, aux propriétaires d'hôtels, il indiquera ce qu'ils ont à faire pour assurer à leurs hôtes de passage, les conditions d'hygiène, de salubrité qu'ils sont en droit de réclamer.

Il n'est pas douteux qu'une telle œuvre ne puisse profiter grandement à la science et à notre pays tout à la fois. C'est le but que se proposent les fondateurs de l'Institut d'Hydrologie et de Climatologie. En prenant domicile au Collège de France, il a clairement témoigné qu'il voulait se rattacher aux plus belles traditions de la science française, en même temps que s'appliquer à une œuvre nationale.

*Le Président du Conseil d'Administration
de l'Institut d'Hydrologie et de Climatologie,
Administrateur du Collège de France,*

MAURICE CROISSET.

Organisation de l'Institut

L'Institut d'Hydrologie et de Climatologie a été créé par arrêté ministériel, signé de M. BARTHOU, Ministre de l'Instruction Publique, le 3 mars 1913. Formé d'un certain nombre de laboratoires rattachés à l'Ecole Pratique des Hautes Etudes, il a son siège au Collège de France. Les ressources nécessaires à son fonctionnement devaient être votées au budget de 1914 et dès le mois de mai de cette année, quelques décisions importantes à cet égard avaient été prises par le Sénat. La guerre a interrompu pendant 5 années l'organisation ébauchée. C'est donc seulement en 1920 que les moyens d'existence de l'Institut ont été définitivement assurés, et le 24 janvier 1921, il a été déclaré comme établissement libre d'Enseignement supérieur par son Conseil d'Administration régulièrement constitué. Les ressources dont il dispose sont : 1° une dotation prévue par le règlement d'Administration publique du 4 mai 1920 rendu pour l'application de la loi du 24 septembre 1919 relative à la création des stations hydro-minérales, climatiques et de tourisme; 2° le prélèvement autorisé à son profit sur le produit brut des jeux par la loi de finances du 31 juillet 1920. Le budget comporte donc une partie fixe (prélèvement sur le produit brut des jeux), et une partie variable consistant dans les recettes de la taxe additionnelle de séjour établie au bénéfice de l'Office National du Tourisme dans les stations hydro-minérales et climatiques. La loi du 24 septembre 1919, en fixant la part de l'Institut d'Hydrologie, a imposé à cet établissement la charge d'organiser l'enseignement professionnel pour les médecins et le personnel technique des stations, dans les Facultés de médecine.

Pour répondre aux intentions du législateur qui a si généreusement contribué à son organisation et à son fonctionnement, l'Institut se propose tout d'abord de reprendre l'œuvre dont le programme fut tracé en 1849 par J.-B. DUMAS, lors de son passage au Ministère de l'Agriculture, à savoir des études

périodiques relatives aux eaux de France, — révision des analyses des eaux minérales d'après les procédés modernes, — publication des travaux effectués.

A cet ancien programme, en vue de donner satisfaction aux besoins nouveaux, l'Institut ajoutera : 1° des recherches relatives à la composition de l'air atmosphérique et aux agents susceptibles d'en altérer la composition et les propriétés normales; 2° des recherches biologiques et cliniques relatives à l'action des eaux minérales et des climats.

Toutes ces recherches seront publiées dans les Annales de l'Institut d'Hydrologie et de Climatologie; elles feront en outre l'objet de conférences et de cours réguliers qui fourniront les notions d'Hydrologie, de Climatologie et d'Hygiène indispensables aux médecins et aux divers spécialistes se destinant à exercer leur art dans les stations hydro-minérales et climatiques.

Les recherches seront faites avec le concours des savants des Universités de France, et des laboratoires divers agréés par l'Institut, à l'aide de subventions qui pourront leur être attribuées conformément à la loi du 24 septembre 1919 (titre III, art. XIX).

..

L'Institut est formé de six laboratoires de l'Ecole Pratique des Hautes Etudes, dont voici l'énumération :

1° *Laboratoire de Chimie-Physique*, dirigé par M. Charles MOUREU, membre de l'Institut et de l'Académie de Médecine, Professeur au Collège de France.

Chef des travaux : M. Adolphe LEPAPE. Préparateur : M. Marcel GESLIN.

Ce laboratoire est installé au Collège de France.

2° *Laboratoire de Chimie analytique*. Directeur : M. Georges URBAIN, membre de l'Institut, Professeur à la Faculté des Sciences de l'Université de Paris.

Chefs des travaux : MM. Jacques BARDET (Chimie analytique) et Pierre URBAIN (Hydrogéologie et Technologie).

Ce laboratoire est installé à la Sorbonne.

Ces deux laboratoires forment un groupe dont le but est :

A. D'entreprendre des recherches originales sur les eaux minérales et sur l'air atmosphérique, et d'effectuer les analyses physico-chimiques soit des eaux déjà reconnues d'utilité publique, soit de celles nouvellement mises au jour. En conséquence, l'exécution de ces analyses, d'après les procédés les plus modernes et les plus précis, comportera un travail considérable qui ne pourra s'accomplir qu'en un grand nombre d'années. Les résultats seront plus tard condensés dans un volume consacré aux eaux minérales de France, destiné à remplacer celui qui a été publié en 1894 par WILLM et JACQUOT, d'après le programme de J.-B. DUMAS. En attendant cette publication, les travaux paraîtront dans les *Annales de l'Institut d'Hydrologie et de Climatologie*, qui publieront successivement toutes les nouvelles données et, en particulier, celles concernant la radio-activité et la présence des gaz rares et des métaux rares.

B. D'étudier l'origine, la constitution, les propriétés générales, la classification des eaux minérales, l'installation des établissements, leur aménagement et la technologie générale.

3° *Laboratoire de Physique hydrologique*. Directeur : M. D'ARSONVAL, membre de l'Institut et de l'Académie de Médecine, Professeur au Collège de France.

Chef de laboratoire : M. PELLAT.

4° *Laboratoire d'Hygiène hydrologique et de Climatologie*. Directeur : M. F. BORDAS, Professeur suppléant au Collège de France, Directeur du laboratoire d'hygiène générale expérimentale.

Chef des travaux : M. TOUPLAIN.

Ces deux laboratoires, installés au Collège de France, forment un groupe dont le but est l'étude des principales constantes physico-chimiques des eaux et l'établissement d'observatoires climatiques.

Le laboratoire de M. BORDAS s'occupera également de l'analyse des eaux minérales, à l'effet d'en déterminer les caractéristiques courantes (propriétés physiques, dosage de quelques éléments essentiels) qui seront utilisées, par exemple, pour la

délimitation des périmètres de protection et la surveillance des sources, et, au point de vue des fraudes, pour l'identification d'une eau donnée. En outre de ces recherches, les études de ce groupe s'appliqueront à toutes les questions d'hygiène relatives aux eaux d'alimentation, aux eaux résiduelles, à l'atmosphère. Ce programme comportera également toutes les recherches relatives à la bactériologie, à la purification des eaux d'alimentation et des eaux usées, à la protection des sources, et, en général, toutes les questions d'hygiène des eaux intéressant les stations et même les villes.

L'Institut d'Hydrologie désire en effet pouvoir se mettre à la disposition des municipalités, sur leur demande, pour leur fournir tous les renseignements nécessaires et faire au besoin toutes les études utiles.

Ces recherches, qui forment un ensemble extrêmement complexe, seront faites avec la collaboration des laboratoires agréés.

Enfin, les laboratoires de MM. D'ARSONVAL et BORDAS dirigeront soit directement, soit indirectement des observatoires climatiques que l'Institut se propose de créer dans les diverses régions de la France et de ses colonies; ils examineront toutes les questions relatives à la technique, à l'outillage et à l'unification des méthodes employées.

5° *Laboratoire de Biologie appliquée à l'Hydrologie.* Directeur honoraire : M. le Professeur Albert ROBIN, membre de l'Académie de Médecine. Directeur : M. DESGREZ, membre de l'Académie de Médecine, Professeur à la Faculté de Médecine.

6° *Service et Laboratoire d'Hydrologie médicale* (1). Directeur : M. le Docteur F. RATHERY, Professeur agrégé à la Faculté de Médecine, Médecin de l'Hôpital Tenon.

Ces deux laboratoires forment également un groupe ayant pour but les recherches relatives à la chimie biologique, à la pharmacodynamie et aux applications thérapeutiques des stations hydro-minérales et climatiques.

(1) Ce service a remplacé le Laboratoire d'Hydrologie générale, précédemment dirigé par le regretté Docteur G. BARDET.

Chef des travaux : M. H. BIERRY; Chefs de laboratoire : MM. BOURNIGAULT (Chimie biologique), POIROT-DELPECH et L. VIOLE (Clinique hydrologique). Assistant : M. G. BAUDOUIN (Climatologie).

*
**

Indépendamment des conférences où seront exposés annuellement les travaux de l'Institut d'Hydrologie, un enseignement technique de l'Hydrologie et de la Climatologie sera donné aux futurs médecins d'eaux et aux spécialistes des stations.

II

Annales de l'Institut d'Hydrologie et de Climatologie.

Les Annales de l'Institut paraîtront trimestriellement sous la forme d'une revue qui donnera environ 80 pages par numéro. Elles publieront non seulement les travaux originaux relatifs aux matières qui forment le champ normal des études de l'Institut, mais encore une « revue », aussi complète que possible, des publications spéciales parues à l'étranger. Ce recueil donnera donc la totalité de la documentation relative à l'Hydrologie et à la Climatologie. On y trouvera tous les documents physiques, chimiques, géologiques ou médicaux qui peuvent constituer la Science hydrologique ou climatique, envisagée de la manière la plus large.

A cet effet, le Comité de rédaction, composé des Directeurs des six laboratoires de l'Institut d'Hydrologie et de Climatologie, a considéré qu'il serait utile de reproduire, après mise au point, les travaux à caractère très moderne qui furent publiés au cours des dernières années, ou tout au moins de les résumer. Les Annales doivent en effet pouvoir fournir à toutes les personnes qui s'intéressent à la Science hydrologique et clima-

tique les renseignements les plus complets sur les conquêtes récentes, dont l'exposé a figuré jusqu'ici dans des publications multiples où elles sont disséminées et où il est parfois difficile de les trouver. Beaucoup de ces publications étant épuisées, ne se trouvent pas aisément à la portée des spécialistes de l'Hydrologie. Parmi ces travaux qu'il est nécessaire de mettre à la disposition des intéressés nous citerons notamment les recherches de MM. Ch. MOUREU et LÉPAPE relatives aux gaz rares et à la radio-activité, les indications cliniques des Eaux minérales et des Climats fournies par M. le Professeur Albert ROBIN, les travaux relatifs aux métaux rares et à la spectrographie des eaux minérales, les recherches sur les propriétés physiques des eaux, etc.

L'une des tâches principales de l'Institut d'Hydrologie et de Climatologie, tâche précisément définie par la loi qui a établi le statut financier de l'établissement, est la révision, d'après les procédés les plus modernes, des analyses des eaux minérales. C'est là une besogne de longue haleine, alors que le nombre de sources à étudier à nouveau atteint le nombre de quinze cents. Cette révision ne pourra être entreprise régulièrement que le jour où les méthodes définitives, notamment les méthodes physiques, qui sont en train de transformer totalement la science analytique, auront été vérifiées et adoptées après comparaison. D'autre part, on doit se rendre compte que ces examens réguliers ne pourront se faire utilement que quand le personnel des laboratoires chargés de cette recherche minutieuse aura été complètement préparé à sa tâche. Or, on n'ignore pas que la guerre a malheureusement privé les laboratoires de recherches d'un grand nombre d'excellents travailleurs. Pour toutes ces raisons, l'analyse des eaux ne pourra être méthodiquement et régulièrement menée que dans un certain délai; les Annales donneront, au fur et à mesure, les résultats obtenus.

En outre de ces études scientifiques ou médicales, qui représentent la partie essentielle du programme qui nous est imposé, il nous a paru nécessaire de joindre à cette documentation celle qui se rapporte à la balnéologie, c'est-à-dire aux procédés d'utilisation des eaux minérales. Nous comptons

donc donner une place à la description des établissements; il est, en effet, utile de mettre architectes, ingénieurs et mécaniciens, aussi bien que médecins à même de connaître en détail la disposition des bâtiments et le matériel balnéaire utilisé dans les diverses stations. Dans cette partie, nous n'oublierons pas le matériel héliothérapique et les agencements divers qui sont aujourd'hui employés dans les stations balnéaires et climatiques. Il sera réservé, dans les Annales, une place importante à l'étude des différents captages des sources, question très intéressante et généralement mal connue dans ses détails.

*
**

En un mot, les Annales s'attacheront à fournir à tous les spécialistes des stations hydro-minérales ou climatiques, les renseignements scientifiques et techniques qui peuvent leur être utiles dans leur profession; elles fourniront aussi aux divers journaux la documentation qui leur est nécessaire pour être à même de renseigner leurs lecteurs sur toutes les questions si complexes qui intéressent les stations de notre pays. Nous ne nous dissimulons pas que la tâche est lourde, mais nous savons aussi que nous ne ferons pas inutilement appel à la collaboration de tous les hommes compétents. Un prélèvement sur la taxe additionnelle établie au bénéfice de l'Office National du Tourisme, dans les stations hydrominérales et climatiques, a été attribué par la loi à l'Institut d'Hydrologie et de Climatologie, à la condition d'utiliser une partie de cette recette variable à l'organisation d'un enseignement professionnel dans les Facultés de Médecine. Le Conseil d'Administration de l'Institut a décidé qu'il attribuera, dans la mesure de ses ressources, des subventions aux savants de nos Universités régionales dont il aurait agréé le concours. Ces collaborateurs apporteront forcément, par leurs travaux, une documentation considérable, qui permettra la réalisation complète du programme que nous venons de tracer.

*
**

La diversité des matières envisagées exige une classification

méthodique des articles; ceux-ci seront donc publiés d'après le système de rubriques suivant, qui nous a paru répondre au mieux aux conditions de clarté qui s'imposent en la circonstance :

1° RECHERCHES PHYSICO-CHIMIQUES, où seront groupées les travaux relatifs à la *Physique*, à la *Chimie physique*, à la *Chimie analytique* et à la *Géologie* ou à la *Minéralogie*, dans les rapports que ces sciences peuvent avoir avec l'étude des eaux, de la mer, de l'air et des climats.

2° RECHERCHES BIOLOGIQUES ET MÉDICALES, où figureront les travaux ou articles relatifs à la *Chimie biologique*, à la *Thérapeutique hydro-minérale ou climatique*, aux *Indications cliniques* et à l'*Hygiène*.

3° TECHNOLOGIE, qui réunira les travaux et articles documentaires concernant les *Captages des sources* et leurs *moyens de protection*, le *matériel balnéaire* servant aux différentes applications des eaux ou le *matériel hygiénique*.

4° REVUES GÉNÉRALES, articles de mise au point des questions diverses, description des stations, renseignements concernant les stations étrangères, la législation et l'administration.

5° REVUE ANALYTIQUE, donnant des résumés des travaux intéressant l'Hydrologie ou la Climatologie, qui auront paru dans les diverses publications françaises ou étrangères : sciences, médecine thermique ou climatique, technologie.

6° INFORMATIONS diverses concernant l'Institut d'Hydrologie et de Climatologie ou relatives à toutes innovations pouvant intéresser les stations, soit dans le domaine scientifique, soit dans le domaine administratif.

NÉCROLOGIE

Le Docteur G. Bardet

Président honoraire de la Société de Thérapeutique,
Directeur du Laboratoire d'Hydrologie Générale
à l'Institut d'Hydrologie et de Climatologie,
Secrétaire Général de cet Institut.

L'Institut d'Hydrologie vient d'être cruellement éprouvé. L'un de ses Directeurs, le Docteur G. BARDET, à qui ses collègues avaient, en outre, confié le poste de Secrétaire Général, a succombé le 3 février, sans que les soins les plus dévoués et les plus éclairés aient réussi à enrayer le mal inexorable dont il fut atteint vers la fin de décembre.

Né en 1852, G. BARDET, fils d'un médecin de Dreux, fit d'excellentes études secondaires et s'inscrivit, à la rentrée de 1871, comme étudiant à la Faculté de Médecine de Paris. Il se sentit bientôt attiré vers la recherche scientifique et ne tarda pas à entrer au laboratoire de Wurtz, où il prépara successivement les conférences de deux agrégés de ce Maître illustre, Edouard Grimaux et Armand Gautier, qui devaient, à leur tour, laisser une trace brillante dans le développement de la chimie moderne. Tout en poursuivant ses études, il fréquenta assidûment les milieux littéraires du quartier latin et suivit, au Conservatoire, les cours de Régnier où il se rencontra avec Réjane et M. Hanotaux. En de tels milieux, BARDET devait acquérir cette facilité à manier la plume et la parole qui l'ont classé parmi les bons conférenciers et écrivains scientifiques de notre temps.

En 1873, le jeune étudiant, qui s'était fiancé avec une nièce d'Henri Rochefort, dut prendre, bien à regret, la résolution d'abandonner le laboratoire pour terminer ses études. Après trois années passées dans les services de Bucquoy, de Després, et de Desnos, à la Pitié et à l'Hôpital Cochin, il souleva sa thèse

sur *L'action physiologique des alcaloïdes de l'opium*, travail qui lui valut une des premières récompenses de la Faculté.

Marié quelques mois avant de passer sa thèse, BARDET dut bientôt s'installer pour subvenir aux besoins du ménage. La situation tout indiquée était l'installation à Dreux, où il allait reprendre la clientèle de son père. Bien que celui-ci, pour satisfaire à des goûts de recherches biologiques qu'il savait très prononcés, eût pris la précaution de faire installer pour son fils un laboratoire de chimie, le nouveau praticien ne tarda pas à souffrir de la nostalgie des milieux où il s'était formé. Il n'aspirait qu'à rentrer dans la capitale. L'occasion lui en fut offerte par Dujardin-Beaumetz qui lui confia la fonction de Secrétaire de la rédaction du grand *Dictionnaire de Thérapeutique et Matière Médicale*, dont il avait entrepris la publication. Pour équilibrer son budget familial, BARDET créa, à la même époque, un cabinet d'électrothérapie, ce qui lui fournit, en 1884, l'occasion de publier un *Traité d'Electricité médicale* qui obtint un grand succès auprès des spécialistes.

Peu après, il était nommé chef de laboratoire de Dujardin-Beaumetz, à l'Hôpital Cochin, en même temps qu'il devenait le collaborateur de Martin-Damourette, dont l'institution, bien connue des étudiants de cette époque, préparait aux examens du doctorat en Médecine. C'est là que BARDET enseigna, pendant deux ans, la chimie et la physique médicales. Ces diverses fonctions lui avaient permis d'abandonner une seconde fois la clientèle, pour revenir aux recherches de laboratoire. Dujardin-Beaumetz, qui avait un puissant esprit d'initiative, voulait donner, dans ses publications, une large place aux stations hydro-minérales. C'est alors que pour seconder plus utilement les desseins de son maître, BARDET entreprit, de 1882 à 1885, un premier voyage qui lui fournit les matériaux de quelques volumes très appréciés sur *Les villes d'eaux et plages de la France et de l'Etranger*.

En 1889, la Société de Thérapeutique confia à BARDET l'organisation d'un Congrès qui devait prendre, à l'Exposition, une place importante parmi les grandes manifestations de notre activité scientifique. Le succès de ce Congrès lui valut les fonctions de coadjuteur de Constantin Paul, Secrétaire général de la Société de Thérapeutique.

Lorsque BARDET fut nommé titulaire de ce poste, son érudition, ses compétences variées, autant que sa grande activité, contri-

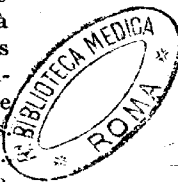
buèrent puissamment au succès de cette Société. Ses collègues lui donnèrent un témoignage de leur reconnaissance et de leur estime, en lui offrant, lorsqu'il quitta ses fonctions, une médaille qui lui fut remise, en mars 1914, à l'Hôpital Beaujon.

Après la mort de Dujardin-Beaumetz, en 1895, BARDET avait quitté le laboratoire de l'Hôpital Cochin pour devenir l'assistant du Professeur Albert Robin, avec qui il collabora au Bulletin général de Thérapeutique. Les noms de Robin et de Bardet devaient, à partir de cette époque, paraître bien souvent côte à côte. « Une véritable *symbiose* s'établit entre ces deux savants, dont les goûts et les aptitudes s'ajustèrent comme il arrive bien rarement en science (1) ».

La Pharmacologie et la Matière Médicale sont redevables à G. BARDET d'un grand nombre de publications qui se trouvent disséminées dans les *Comptes-Rendus* de la Société de Thérapeutique, dans le journal les *Nouveaux Remèdes*, qu'il créa en 1886, dans son *Formulaire des Nouveaux Remèdes* et dans le *Bulletin de Thérapeutique*. Les principales sont relatives aux métaux colloïdaux, au pyramidon (avec Albert Robin), aux propriétés de l'hexaméthylène-tétramine (avec Trillat), aux relations qui existent entre l'action des médicaments synthétiques et leur constitution, aux anesthésiques locaux, à l'iatrochimie et au cytotropisme. Recherches originales ou articles de vulgarisation, beaucoup de ces travaux exercèrent une influence favorable sur la création de médicaments nouveaux ; tous contribuèrent à la documentation du médecin et du pharmacien, dans un domaine qui intéresse directement la pratique de leur profession.

Depuis 1882, G. BARDET ne cessa pas de s'intéresser aux progrès de l'Hydrologie. Il savait quel profit l'étranger, l'Allemagne surtout, tire de ses stations thermales, et combien la France, à ce point de vue, se trouvait en retard pour mettre en valeur ses incomparables richesses. Dans ce domaine encore, la collaboration qu'il fournit au Professeur Albert Robin exerça une heureuse influence sur le développement de nos stations hydrominérales. Avec MM. Robin, d'Arsonval, Moureu, le sénateur Astier, etc... il fit créer, en 1913, l'Institut d'Hydrologie où a été commencée, vers la fin de 1921, l'œuvre de recherches et d'enseignement technique professionnel qui répond si bien à son but. Pourrait-on

(1) G. STALINS. *La France*, Revue scientifique et littéraire, avril-mai 1920.



se défendre d'un sentiment de profonde émotion en voyant le nom du Secrétaire Général de cet Institut figurer, sous la forme d'article nécrologique, en tête de ce premier numéro de ses *Annales* !

Au cours de la Grande Guerre, BARDET qui avait dépassé la soixantaine, donna une nouvelle preuve de son ardent patriotisme en entreprenant une longue tournée de conférences, dans les stations du réseau P. L. M., avec le but d'exposer partout l'obligation de faire les sacrifices nécessaires pour mettre ces stations en état de lutter contre les villes d'eaux des nations ennemies. C'est en s'inspirant du même sentiment qu'il accepta, de 1914 à 1918, la présidence de la Société de Thérapeutique, dont il réussit à maintenir l'activité, au point que ses collègues, lui décernèrent, à son départ, le titre de Président Honoraire, donné pour la première fois depuis la fondation de cette Société.

Enfin, la guerre terminée, BARDET devait encore assumer la lourde charge d'organiser les Congrès d'Hydrologie, de Climatologie et de Tourisme, qui se tinrent à Monaco, en 1920, à l'inspiration du Prince Albert I^{er}.

G. BARDET appartenait au Comité de rédaction de la *Presse Thermale et Climatique*. Le Docteur Victor Gardette, Directeur de cette importante Revue, résume, dans les termes suivants, l'opinion que de longues relations lui ont permis de formuler sur son regretté collaborateur : « Son cœur fut ardent et dévoué ;
« ceux qui, comme nous, ont eu le bonheur de vivre dans son
« intimité, en ont souvent mesuré la profondeur et la délicatesse. Son dévouement ne connaissait pas de bornes, et ils sont
« nombreux ceux qui ont trouvé en lui un appui, un soutien ou
« des conseils. Il savait obliger ses amis, sans éclat, avec modestie, souvent même sans qu'on pût savoir par quelle main
« le bienfait vous était apporté et sans qu'il soit possible de l'en remercier. Son souvenir restera vivant parmi nous ; la mémoire
« de sa vie droite et laborieuse nous servira souvent d'exemple
« et de réconfort ».

Que Madame BARDET, femme d'élite qui prit une part intime à l'existence austère de son mari, qui l'a compris autant qu'elle l'a aimé, en se faisant la confidente et l'associée de ses travaux ; que leurs trois fils, qui ont fait honneur, dans des voies différentes, aux traditions de la famille, veuillent bien trouver ici la nouvelle assurance de la profonde sympathie des Membres de l'Institut d'Hydrologie.

A. DESGREZ.

Les Gaz Rares des Sources Thermales

Par CHARLES MOUREU.

Membre de l'Institut et de l'Académie de Médecine,
Professeur au Collège de France,
Directeur du Laboratoire de Chimie-Physique
de l'Institut d'Hydrologie et de Climatologie.

et ADOLPHE LEPAPE,

Chef des Travaux de Recherches physico-chimiques
à l'Institut d'Hydrologie et de Climatologie.

INTRODUCTION HISTORIQUE

Par CHARLES MOUREU.

1. — La découverte de l'argon dans l'air atmosphérique par lord RAYLEIGH et Sir WILLIAM RAMSAY, en 1894 (1), marque une date mémorable dans l'Histoire des Sciences, et elle présente, au point de vue de la Philosophie naturelle, un intérêt primordial. L'entrée en scène d'un élément rebelle à toute combinaison était une nouveauté absolue, qui soulignait le caractère capricieux de la matière, et qui ouvrait aux physiciens et aux chimistes un champ de recherches totalement imprévu sur le problème de l'affinité. Si l'on songe, d'un autre côté, que des milliers de chimistes, avant les deux illustres savants anglais, avaient analysé

(1) Congrès de la *British Association* (Oxford, août 1894), *Brit. Ass. Report*, 1894, p. 614.

Il est intéressant de rappeler, à ce propos, que Cavendish, en 1785, avait observé que l'action prolongée de l'étincelle électrique sur l'air atmosphérique additionné d'un excès d'oxygène laissait, après qu'on avait éliminé l'excès de ce dernier gaz, un faible résidu, représentant environ la 120^e partie de l'air traité. Mais il n'avait pas attaché d'importance à cette observation (*Experiments on air*, *Phil. trans.*, 75, p. 372 (1785) et 78, p. 271 (1788)).

notre atmosphère sans qu'ils y eussent aperçu ce singulier élément, on pouvait penser que l'étude systématique et approfondie d'autres milieux naturels mettrait en lumière des faits du même ordre encore insoupçonnés. Nombreux apparaissaient ainsi, dans la Nature, les problèmes analogues ou connexes se présentant à l'activité des chercheurs.

Dès l'année suivante (1895), Sir W. RAMSAY (1) trouvait, dans un minéral uranifère, la clévéite, un autre gaz, inerte comme l'était l'argon. Son spectre montrait une raie jaune très forte, identique à celle observée pour la première fois, le 18 août 1868, dans la chromosphère solaire, par JANSSEN, à l'occasion d'une éclipse de soleil, et que FRANKLAND et LOCKYER, à la suite d'une étude spéciale, avaient eu peu après l'idée d'attribuer à un élément jusqu'alors inconnu sur la Terre, pour lequel ils proposèrent le nom d'hélium ($\eta\lambda\iota\omicron\varsigma$, soleil) (2). Outre la clévéite, l'hélium fut également reconnu comme constituant de divers autres minéraux : broggérite, monazite, samarskite, yttrantalite, hjelmite, fergusonite, tantalite, xénotime, orangite, etc. (3). Il convient de rappeler, d'un autre côté, qu'en examinant un fragment de lave du Vésuve, l'Italien PALMIERI avait observé, antérieurement, en 1882, cette même ligne jaune (4).

L'hélium ne tarda pas à être aperçu dans l'air atmosphérique, où sa présence, annoncée en 1895 par H. KAYSER, de Bonn (5), fut bientôt confirmée par divers autres auteurs : S. FRIEDLANDER (6); E. C. C. BALY (7); S. D. LIVEING et Sir James DEWAR (8).

Enfin, trois autres gaz, également inertes, furent successivement découverts dans l'atmosphère, en 1898, au laboratoire de Sir W. RAMSAY : le *krypton*, le *néon* et le *xénon* (9).

(1) *Proc. Roy. Soc.*, 58, p. 65 (1895).

(2) Comme nous le verrons dans la suite, il existe d'autres lignes dans le spectre de l'hélium : il y en a dans le rouge, le vert, le bleu, le violet et l'ultra-violet.

Observons, à un autre point de vue, que maintes étoiles fixes présentent le spectre de l'hélium plus ou moins complet (*Cf.* A. DE GRAMONT, *Les spectres stellaires*, Annuaire du Bureau des Longitudes).

(3) W. RAMSAY, J. NORMANN COLLIE, et MORRIS TRAVERS, *J. chem Soc.*, 67, p. 684 (1895).

(4) *Proc. Roy. Soc.*, 67, p. 467 (1900).

(5) *Chem. News*, 78, p. 198 (1898).

(6) *Z. phys. chem.*, 19, p. 657 (1896).

(7) *Chem. News*, 72, p. 89 (1895).

(8) *Gazz. Chim. Ital.*, 12, p. 556 (1882).

(9) W. RAMSAY et MORRIS TRAVERS, *Comptes rendus Ac. des Sc.*, 126, p. 1612 et 1762 (1898).

L'étude des cinq nouveaux gaz a montré qu'ils constituent une famille très naturelle qui occupe, avec l'émanation du radium, gaz radioactif mais chimiquement inerte, toutes et les seules places de la colonne de valence nulle dans la classification périodiques des corps simples de MENDELEEFF. Entre autres caractères communs, mentionnons les suivants, particulièrement remarquables (1) :

1° Ils se sont montrés jusqu'ici absolument inertes au point de vue chimique, en ce sens qu'on n'en connaît aucun composé défini, et qu'on n'a encore pu combiner aucun d'eux avec un corps quelconque, au moins d'une manière certaine (2).

W. RAMSAY, *Ber. Dtsch. chem. Ges.*, 31, p. 3111-3121 (1898).

En dehors de l'hélium, du néon, de l'argon, du krypton et du xénon, il n'existe pas d'autre gaz rare dans l'atmosphère, ainsi que l'ont établi, notamment, les recherches effectuées sur les gaz légers provenant du fractionnement de 73 mètres cubes d'air par M. COATES (*Proc. Roy. Soc.*, A, 78, p. 479 (1906) et M. WATSON (*Proc. Roy. Soc.*, A, 81, p. 181 (1908), et celles effectuées sur les résidus lourds de la distillation fractionnée de 120 tonnes d'air liquide, résidus étudiés par M. R. B. MOORE, au laboratoire de Ramsay (*Proc. Roy. Soc.*, A, 81, p. 195 (1908).

Dernièrement, sir J. J. THOMSON est parvenu à la même conclusion après examen, par la méthode des rayons positifs, des résidus lourds provenant de l'évaporation de plusieurs milliers de tonnes d'air liquide (*Proc. Roy. Soc.*, A, 101, p. 290 (1922).

Ainsi les gaz hypothétiques tels que le *nébulium*, le *coronium*, etc... (éléments stellaires), auxquels on attribue certaines lignes non identifiées des spectres des nébuleuses ou de la couronne solaire, ne paraissent pas exister dans l'atmosphère terrestre.

(1) On trouvera une analyse détaillée des multiples recherches concernant les gaz rares dans l'ouvrage très étendu de SIR W. RAMSAY et G. RUDOLF : *Die Edelgase*, 416 pages, Leipzig, 1918.

(2) Nous verrons par la suite que c'est précisément leur inertie chimique qu'on utilise pour les séparer des autres corps.

D'après MARCELIN BERTHELOT, l'argon et l'hélium seraient susceptibles de réagir, sous l'action de l'effluve, sur le benzène et le sulfure de carbone en présence de mercure (*Annal. Chim. et Phys.*, 11, p. 15 (1897). Ces expériences ont été reprises depuis, sur l'hélium, par R.-J. STRUTT, qui a obtenu des résultats entièrement négatifs (*Proc. Roy. Soc.*, A, 87, p. 381 (1912).

De même, les multiples tentatives faites par MM. WHYTLOW-GRAY, PATTERSON et CRIPPS pour obtenir un oxyde de xénon sont restées infructueuses (*Proc. Roy. Soc.*, A, 86, p. 579 (1912).

Cependant, M. J. N. COLLIE a observé qu'à la différence des autres gaz rares, le xénon absorbé par les tubes à décharges électriques à électrodes d'aluminium ne peut plus être retrouvé en totalité par attaque chimique et dissolution complète de la matière des tubes (parois et électrodes). Il semble donc s'être formé, dans ces conditions,

2° D'après le rapport $\frac{C}{c}$ des chaleurs spécifiques à pression constante aux chaleurs spécifiques à volume constant, rapport qui a été déterminé en mesurant la vitesse du son dans ces gaz, leurs molécules sont formées d'un seul atome (gaz *monoatomiques*).

3° Ils présentent des spectres très nets de lignes.

Nous réunissons dans le tableau suivant quelques-unes de leurs constantes physiques (1) (voir page 20).

D'après les plus récentes déterminations, l'air atmosphérique renferme les proportions suivantes des gaz rares :

Proportions dans 100 p. d'air (2)

	En poids	En volumes
Argon	1,285	0,932.36
Néon	0,001.247	0,001.81
Hélium	0,000.073	0,000.54
Krypton	0.000.3	0.000.1
Xénon	0,000.04	0,000.01
Emanation du radium.	40.18-18	6.1-18

Nous établirons dans ce mémoire que les cinq gaz sont présents dans l'atmosphère interne (gaz souterrains) comme dans l'at-

quelque composé soluble et non volatil du xénon (*Proc. Roy. Soc., A, 97, p. 349 (1920)*).

D'autre part, M. CURTIS attribue le spectre de bandes de l'hélium, découvert, en 1913, par M. GOLDSTEIN et par M. CURTIS, à l'existence de molécules instables d'hélium (*Proc. Roy. Soc., A, 101, p. 38 (1922)*).

Enfin, dans ses tubes à rayons positifs, SIR J. J. THOMSON observe, entre autres curieuses associations atomiques, la présence de molécules d'hélium chargées électriquement. Tout récemment, le même auteur pense avoir constaté, par le même procédé, l'existence, d'une part, de molécules composées d'hélium et d'hydrogène dans les gaz extraits d'un tube contenant un sel de radium et scellé depuis treize ans; et, d'autre part, de molécules de krypton et de xénon dans les résidus d'évaporation de l'air liquide (*Proc. Roy. Soc., A, 101, p. 290 (1922)*).

(1) Aux cinq gaz rares, nous ajoutons l'émanation du radium, gaz radioactif qui appartient réellement à leur famille par son inertie chimique, par la structure de son spectre, etc...

(2) SIR W. RAMSAY, *Revue Scientifique* (1909), I, p. 691; *Die Edelgase*, p. 9.

G. CLAUDE, *Comptes rendus Ac. des Sc.*, 148, p. 1454 (1909).

H. E. WATSON, *J. Chem. Soc.*, 97, p. 810 (1910).

CH. MOUREU et A. LEPAPE, recherches inédites.

mosphère externe de la Terre. Ils paraissent accompagner partout l'azote libre dans la Nature, mais toujours en faible proportion; c'est la raison pour laquelle il convient de les désigner, par opposition aux gaz naturels courants (azote, anhydride carbonique, oxygène, etc.), sous le nom générique de *gaz rares* (1).

2. — Peu après la découverte de l'argon, dès l'année 1895, les gaz de plusieurs sources thermales furent rapidement examinés.

LORD RAYLEIGH et SIR W. RAMSAY observent que la densité de l'azote des sources de Bath (comté de Somerset, Angleterre) (après élimination de l'oxygène et de l'anhydride carbonique) est supérieure à celle de l'azote pur (2), remarque identique à celle qui les avait mis sur la voie de la découverte de l'argon dans l'atmosphère.

M. KAYSER reconnaît la présence de l'argon et de l'hélium dans les eaux de Wildbad (Forêt-Noire) (3).

CH. BOUCHARD signale l'hélium parmi les gaz de la source du Bois, à Cauterets (Hautes-Pyrénées), et l'argon et l'hélium parmi ceux de la source la Raillère, de la même station (4).

(1) Nous préférons cette dénomination à celle de *gaz inertes* ou de *gaz nobles*, qu'on leur donne quelquefois. D'abord, leur inertie peut n'être pas absolue, et on ne saurait affirmer qu'on ne réussira pas, tôt ou tard, à les faire entrer en combinaison (voir ci-dessus); ce jour-là, le terme de *noble*, comme celui d'*inerte*, cessera de leur être applicable. D'ailleurs, les émanations des corps radioactifs, comme nous le verrons, sont des gaz matériels, qui, de même que l'argon et ses congénères se sont montrés jusqu'ici inaptes à toute combinaison, et qui doivent donc prendre place dans la famille de l'argon; or, ces substances sont le siège de phénomènes spontanés d'une prodigieuse intensité, laquelle, rapprochée, au surplus, de leur action puissante sur l'organisme vivant, est incompatible avec le qualificatif *inerte*. Enfin, dans les laboratoires, l'expression de *gaz inerte* vise couramment l'azote ou l'hydrogène, et, parfois même, l'anhydride carbonique, et c'est d'eux que l'on parle généralement quand on dit que l'on a fait « telle » opération dans une atmosphère de gaz inerte, par opposition surtout aux opérations à l'air libre, où l'oxygène est souvent gênant. L'expression de *gaz rares* a l'avantage de ne rien préjuger sur leurs propriétés connues ou possibles, et de ne viser que leur rareté *quantitative* dans la nature; elle désigne, sans ambiguïté, l'argon et ses congénères, comme celle de *terres rares* désigne les deux groupes du cérium et de l'yttrium.

(2) *Z. Phys. Chem.*, 16, p. 362 (1895).

(3) *Chem. News*, 72, p. 89 (1895).

(4) *Comptes rendus Ac. des Sc.*, 121, p. 392 (1895).

A l'occasion de ce travail, qui fut fait dans le laboratoire de L. TROOST, à la Sorbonne, TROOST et OUVRARD reconnurent l'argon, avec des traces douteuses d'hélium, dans les gaz de l'eau de Seine et de l'eau de mer (*Comptes rendus Ac. des Sc.*, 121, p. 798 (1895)).

PRINCIPALES CONSTANTES PHYSIQUES DES GAZ RARES

PROPRIÉTÉ	HÉLIUM	NEON	ARGON	KRYPTON	XÉNON	ÉMANATION DU RADIUM
Nombre atomique (1).....	2	10	18	36	54	86
Poids atomique (2).....	4,00	20,2	39,9	82,92	130,2	222
Poids du litre normal (0°C.-760 ^{mm}).....	0,17834	0,895	1,7837	3,708	5,9851	9,727
Point d'ébullition normal (centigrade).....	-268°89	-245,93	-185,85	-151°8	-106°9	-65°
Point de fusion (centigrade).....	-271°9	-243°1	-189°6	-169°1	-140°1	-71°
Température critique (centigrade).....	-207°91	-227°39	-122°45	-62°5	+16°6	+104°5
Pression critique (en atmosphères).....	2,26	26,86	48,00	54,26	58,2	62,4
Indice de réfraction (à 19° 154, 0°750 ^{mm}).....	1,00005503	1,000065716	1,0002844	1,0004287	1,0007665	"
Viscosité (constante de Sutherland).....	80	69	162	212	283	"
Solubilité dans l'eau à 0° C.....	0,00060	0,0114	0,0578	0,1065	0,2200	0,52
Cohésion diélectrique (vol/cm) (3).....	18,3	5,6	38	"	"	"

Notes relatives au Tableau des Constantes physiques des Gaz rares.

(1) Le nombre atomique représente le *rang* d'un élément dans la classification périodique de Mendeleeff. Les recherches récentes sur le caractère chimique des éléments radioactifs (SODDY, FAJANS), sur la diffusion des particules α par les écrans métalliques (RUTHERFORD) et sur les spectres de rayons X des éléments (MOSELEY) ont rigoureusement établi que le nombre atomique est, en réalité, le nombre des électrons périphériques de l'atome et, par suite, le nombre d'unités de charges positives résultantes du noyau atomique. (Cf. A. LEPAPE, *La discontinuité et l'unité de la matière*, Conférences faites au Collège de France, en 1921, publiées par la Société Chimique, Masson, Paris, 1922).

(2) Depuis les découvertes relatives aux éléments *isotopes* (SODDY, 1911; J. J. THOMSON, 1912; ASTON, 1919), le poids atomique a perdu, pour la plupart des corps simples, la signification absolue qu'on lui attribuait autrefois. Un corps simple est généralement constitué par un *mélange* de plusieurs variétés *isotopes*, de poids atomiques différents mais de propriétés physiques et chimiques pratiquement identiques (Cf. A. LEPAPE, *loc. cit.*). Voici, d'après M. ASTON, les variétés isotopes des gaz rares (les nombres entre parenthèses sont des valeurs encore provisoires) :

Elément	Poids atomique	Nombre minimum d'isotopes	Poids atomiques des isotopes (dans l'ordre de leur abondance)
Hélium	4,00	1	4
Néon	20,2	2	20, 22, (21)
Argon	39,9	2	40, 36
Krypton	82,92	6	84, 86, 82, 83, 80, 78
Xénon	130,2	5, (7)	129, 132, 131, 134, 136, (128), (130 ?)

(3) La cohésion diélectrique (E. BOUTY) représente l'accroissement que doit subir le champ électrique critique (champ qui produit la décharge disruptive à travers le gaz en l'illuminant) lorsque la pression du gaz augmente de 1 cm. de mercure. Cette grandeur caractérise la résistance que le gaz oppose au passage de la décharge électrique. Le néon est, de tous les gaz connus, celui que l'étincelle électrique traverse le plus facilement. On sait tout le parti que M. G. CLAUDE a tiré de cette singulière propriété du néon au point de vue de l'éclairage intensif économique.

Alex. KELLAS et Sir W. RAMSAY trouvent l'argon et l'hélium dans les gaz de Allhusen's Well et l'argon dans les sources de Reykjavik (Islande) (1).

Je trouve moi-même l'hélium et l'argon, en abondante quantité, dans le gaz de la source Romaine, à Maizières (Côte-d'Or) (2).

Une série de travaux furent également communiqués sur le même sujet au cours des années suivantes.

Lord RAYLEIGH reconnaît l'argon et l'hélium dans le gaz de Bath et dans celui de Buxton, et il détermine, dans le premier, les proportions respectives d'argon (1,36 %) et d'hélium (0,12 %) par l'étude de la réfraction (3).

Ch. BOUCHARD et A. DESGREZ rencontrent en abondance l'argon, avec des traces d'hélium, parmi les gaz de la source de Bagnoles-de-l'Orne (4).

Sir W. RAMSAY et M. TRAVERS caractérisent l'argon dans les sources Old Sulphur (Harrogate) et Strathpeffer, et l'argon et l'hélium dans les sources suivantes de Cauntereis : la Raillère, les Œufs, César, les Espagnols (5).

Max BAMBERGER trouve 1,1 à 1,24 % d'argon dans le gaz d'une source de Perchtoldsdorf, près de Vienne (6).

E. NASINI, F. ANDERLINI et R. SALVADORI dosent l'argon et l'hélium dans le gaz des thermes d'Abano et dans les soffioni de Larderello (7).

Max BAMBERGER et ANTON LANDSIEDL trouvent 1,29 à 1,38 % d'argon dans les sources de Vöslau (Vienne) (8).

F. PARMENTIER et A. HURION caractérisent l'argon dans les gaz du Mont-Dore (9).

(1) *Proc. Roy. Soc.*, 59, p. 68 (1895).

(2) *Comptes rendus Ac. des Sc.*, 121, p. 819 (1895).

La source de Maizières m'avait été signalée tout spécialement par mon ami M. RENÉ MATTON, aujourd'hui médecin-consultant à Salies-de-Béarn, qui s'en était occupé quelques années auparavant en qualité de stagiaire des eaux minérales à l'Académie de Médecine. Nous aurons l'occasion de revenir sur cette source, une des plus intéressantes, à notre point de vue, qui aient été rencontrées.

(3) *Proc. Roy. Soc.*, 59, p. 206 (1896).

(4) *Comptes rendus Ac. des Sc.*, 123, p. 970 (1896).

(5) *Proc. Roy. Soc.*, 60, p. 442 (1896).

(6) *Monatsh.*, 17, 604-612 (1896).

(7) *Gazz. Chim. Ital.*, 28, I, 81-153 (1897).

(8) *Monatsh.*, 19, 114-115 (1898).

(9) *Comptes rendus Ac. des Sc.*, 130, p. 1190 (1900).

S.-D. LIVEING et Sir J. DEWAR, fractionnant le gaz de la source de Bath au moyen de l'hydrogène liquide et examinant les parties les plus volatiles, y aperçoivent au spectroscope le néon à côté de l'hélium et notent que la raie jaune de l'hélium est plus intense que celle du néon, à l'inverse de ce que l'on observe dans le mélange hélium-néon de l'air (1).

En 1902, H. MOISSAN trouve l'argon dans le gaz de la source Bordeu, à Bagnères-de-Luchon (2).

La même année, j'étudiai les gaz de cinq sources de la région pyrénéenne : source Peyré, à Ogeu (Basses-Pyrénées) ; source Vieille, à Eaux-Bonnes (Basses-Pyrénées) ; source Nehe et source Trou des Pauvres, à Dax (Landes) ; source St-Augustin, à Panticosa (Aragon). Le résidu gazeux inerte y fut dosé. L'étude spectrale en fut faite dans le laboratoire de M. DESLANDRES, à l'observatoire de Meudon. Les gaz des diverses sources montrèrent le spectre de l'argon ; l'hélium fut caractérisé dans la seule source d'Eaux-Bonnes (3).

3. — Nous arrivons à l'année 1903. A cette date mémorable, la route que nous venons de parcourir rapidement en rencontre une autre, qui venait d'un point tout opposé de l'horizon scientifique et qui, ouverte en 1896 par Henri BECQUEREL, n'avait cessé d'étonner le Monde en conduisant aux merveilleuses découvertes de Pierre CURIE et M^{me} CURIE, de E. RUTHERFORD, etc., relatives aux phénomènes de radioactivité.

Sir W. RAMSAY et Frédérik SODDY observent que le radium et son émanation, laquelle est un véritable gaz matériel (Rutherford, Dorn), produisent, spontanément et d'une manière continue, de l'hélium (4). Quelque temps après, DEBIERNE montre que l'ac-

(1) *Proc. Roy. Soc.*, 67, p. 467 (1900) ; *Ann. de Chim. et de Phys.*, 22, p. 482 (1901).

(2) *Comptes rendus Ac. des Sc.*, 135, p. 1278 (1902).

(3) *Comptes rendus Ac. des Sc.*, 135, p. 1335 (1902).

(4) *Proc. Roy. Soc.*, 72, p. 206 (1903).

Il n'est pas sans intérêt de rappeler, à ce propos, que E. RUTHERFORD et F. SODDY avaient publié, l'année précédente (1902), leur théorie de désintégration atomique de la matière radioactive, et émis l'hypothèse que l'hélium, qui se trouve en assez grande quantité dans les minéraux radioactifs, est un des produits de transformation des éléments radioactifs contenus dans ces minéraux (*Phil. Mag.*, 4, p. 582 (1902)).

Nous croyons utile, pour l'intelligence de tous ces faits, de résumer en quelques lignes les phénomènes essentiels de la Radioactivité, en

tinium engendre également de l'hélium (1). Puis, successivement, la formation d'hélium a été observée : à partir du thorium

considérant plus spécialement le radium, le corps radioactif que nous connaissons le mieux.

Le *radium* est un élément instable, dont l'atome (poids atom., 226) se fragmente graduellement. Outre l'hélium (poids atom., 4), gaz chimiquement inerte, stable et non radioactif, le radium fournit d'abord une première substance, un gaz radioactif, chimiquement inerte, auquel RUTHERFORD a donné le nom d'*émanation*. Pour ce sixième gaz rare, Sir W. RAMSAY a proposé le nom de *niton*, à cause de sa propriété de luire dans l'obscurité, et Mme CURIE, le nom de *radon*, qui rappelle son origine radioactive. Ce gaz (poids atom., 222) se détruit spontanément (de moitié en 3,85 jours) en donnant un nouvel élément, le *radium A*, corps solide qui se précipite sur les objets plongés dans l'émanation, et qui, à son tour, se convertit en *radium B*. Le *radium B* engendre le *radium C*, et RUTHERFORD a pu suivre les transformations successives jusqu'au *radium F*, lequel est identique au *polonium*; celui-ci aboutit *enfin* à un dernier élément, stable, qui est un *plomb isotope* du plomb ordinaire (poids atom., 206). Au cours de cette dégradation progressive de ses atomes, le radium libère, sous forme de lumière, de chaleur, d'électricité négative (électrons) et de rayons analogues aux rayons X, d'énormes quantités d'énergie. Quant au radium lui-même, qui se détruit de moitié en 1700 ans environ, il dérive, par l'intermédiaire de cinq transformations successives, de l'*uranium* (poids atom., 238,2, destruction de moitié en 5 milliards d'années), corps simple dont le poids atomique est le plus élevé connu.

Des phénomènes analogues s'observent dans les deux autres séries radioactives : celles de l'*actinium* (branche latérale de la famille de l'*uranium*) et celle du *thorium* (poids atom., 232,2). Ajoutons que tous ces éléments radioactifs se transforment finalement en un même élément stable : le *plomb* (variétés isotopes de poids atomique 206, plomb d'*uranium*, ou 208, plomb de *thorium*). Ainsi, le phénomène de radioactivité spontanée ne s'observe que sur des éléments de poids atomique supérieur à celui du plomb; mais il n'est pas impossible que, comme l'admet GUSTAVE LE BON, tous les éléments chimiques soient radioactifs. La Radioactivité serait alors une propriété générale de la matière, et, dans quelques substances seulement, le phénomène présenterait une intensité suffisante pour pouvoir être constaté avec nos moyens actuels d'investigation.

Ajoutons, à ce propos, que la désintégration *artificielle* de la matière vient d'être réalisée par Sir E. RUTHERFORD. En collaboration avec M. CHADWICK, ce savant a pu briser, avec expulsion de particules « H » (atomes d'hydrogène), des atomes des éléments suivants : bore, azote, fluor, sodium, aluminium et phosphore, en les soumettant à un intense bombardement de particules α (atomes d'hélium lancés avec une vitesse de 20.000 km. par sec.) émises par une pellicule de radium C (Cf. A. LEPAPE, *La discontinuité et l'unité de la matière*, loc. cit.).

(1) *Comptes rendus Ac. des Sc.*, 141, p. 383 (1905).

et de l'uranium par F. SODDY (1), aux dépens du polonium par M^{me} CURIE et DEBIERNE (2), et à partir de l'ionium par BOLTWOOD (3).

Ces faits, qui sont les premiers exemples bien certains de transmutation, se conçoivent aisément à la lumière des travaux qui ont été effectués sur les rayons α émis par les corps radioactifs, et qu'on doit principalement à Sir E. RUTHERFORD. Il résulte, en effet, de ces travaux, que les rayons α sont tous de même nature et constitués par des atomes d'hélium portant des charges électriques positives (particules α) et animés de grandes vitesses (de l'ordre de 20.000 kilomètres par seconde). D'après cela, l'hélium doit être un des produits de désintégration de tous les éléments radioactifs qui émettent des particules α (4).

D'un autre côté, de délicates et nombreuses recherches, qui ont été continuées sans interruption jusqu'à nos jours, et parmi lesquelles celles d'ELSTER et GEITEL (5), de BOLTWOOD, d'EVE, de BUMSTEAD et WHEELER, de STRUTT, de BLANC, de JOLY, etc..., sont particulièrement remarquables, indiquaient la présence universelle de traces de matières radioactives dans l'atmosphère, le sol et les roches.

En ce qui concerne spécialement les sources, les expériences se poursuivaient aussi de divers côtés. Mentionnons les recherches de Sir J. J. THOMSON (1902) (6), de M.-L. ALLEN et Lord BLITHS-WOOD (7), et de STRUTT (8) en Angleterre; de POCHEITINO et SELLA (9), et de R. NASINI (10), en Italie; de H.-A. BUMSTEAD et L.-P. WHEELER (11), en Amérique; de F. HIMSTEDT (12), en Allemagne; et en France, un travail d'ensemble de Pierre CURIE et

(1) *Phil. Mag.*, [6], 16, 513 (1908); *Nature*, 79, p. 129 (1908).

La production d'hélium par le thorium avait été entrevue peu auparavant par Sir W. RAMSAY.

(2) *Le Radium*, 7, p. 38 (1910).

(3) *Le Radium*, 8, p. 104 (1911).

(4) E. RUTHERFORD et H. GEIGER, *Le Radium*, 5, p. 265 (1908); E. RUTHERFORD, *Nature*, 79, p. 12-15 (1908); *Le Radium*, 6, p. 56 (1909), etc...

(5) *Phys. Zeit.*, 1900, 1901, etc...

(6) *Phil. Mag.*, 4, p. 352 (1902).

(7) *Nature*, 68, p. 343 (1903), et 69, p. 247 (1904).

(8) *Proc. Roy. Soc.*, 73, p. 191 (1904).

(9) *Atti R. Accad. Lincei*, 11, p. 527 (1902).

(10) *Atti R. Accad. Lincei*, 13, p. 217 et 367 (1904).

(11) *Amer. J. of Sc.*, 16, p. 328 (1903).

(12) *Ann. der Physik*, 13, p. 573 (1904).

Albert LABORDE (1) portant, avec des déterminations quantitatives d'émanation, sur une vingtaine de sources thermales. Ces divers auteurs trouvaient généralement, en proportions d'ailleurs très variables, l'émanation du radium dans les eaux, les gaz, et, parfois même, le radium à l'état de sel dans les boues et les sédiments. Toute une pléiade de physiciens et de chimistes se sont, depuis, occupés du même sujet, et, à l'heure actuelle, il y a, dans le monde entier, un nombre considérable de sources qui ont été examinées à ce point de vue (2).

Comme on pouvait le prévoir par ce qui a été dit plus haut de la diffusion des substances radioactives dans le sol et le sous-sol, toutes les sources ont été trouvées plus ou moins radioactives (présence des émanations du radium ou du thorium, de traces de sels de ces deux éléments) (3).

4. — La découverte fondamentale de Sir W. RAMSAY et F. SODDY (production d'hélium par le radium) concordait avec la présence constante, préalablement établie, de l'hélium dans les minéraux radioactifs, et aussi dans l'atmosphère terrestre, où l'on trouvait des traces d'émanations du radium et du thorium. Si l'on généralisait, l'hélium devait être, en quelque sorte, dans la Nature, le compagnon des corps radioactifs, à côté desquels il fallait s'attendre à le rencontrer partout. On pouvait se demander, d'ailleurs, si certaines matières radioactives, connues ou inconnues, et plus ou moins répandues au sein de l'écorce terrestre, ne seraient pas susceptibles de subir des transformations du même ordre aboutissant, en dehors de l'hélium, à des corps de la même famille (néon, argon, krypton, xénon).

Ce sont ces considérations, et aussi la pensée qu'un grand

(1) *Comptes rendus Ac. des Sc.*, 138, p. 1150 (1904).

(2) On trouvera, dans le prochain fascicule des *Annales*, la liste dressée par M. A. LEPAPE, des sources françaises et de quelques-unes des principales sources étrangères dont la radioactivité a été examinée jusqu'à ce jour.

(3) Aussi, dans la pratique, convient-il de ne considérer comme radioactives que celles qui le sont notablement plus que l'air ou l'eau courante. Observons, entre autres résultats intéressants, que la radioactivité des eaux minérales, étant donnée l'action puissante du radium sur l'organisme, apporte au problème si complexe de la cure thermale une donnée nouvelle particulièrement importante. — Ajoutons que la perte de radioactivité avec le temps, grâce à la destruction graduelle des émanations, est en accord avec l'affirmation, souvent produite, que certaines eaux minérales, transportées et conservées, perdent plus ou moins rapidement leurs vertus thérapeutiques.

travail d'ensemble pourrait apporter des documents utiles à la Radioactivité, à la Géologie, à l'Hydrologie, à la Physique du Globe, et à la Thérapeutique thermale, qui m'engagèrent, en 1904, à reprendre activement l'étude des gaz des eaux minérales. Aussi bien celles-ci, par leur grand nombre et par la variété de leurs origines souterraines, offraient-elles un champ d'expérience aussi vaste que propice.

A un autre point de vue, ces recherches venaient d'ailleurs fort à propos. C'est, en effet, au même moment, qu'Armand GAUTIER poursuivait ses belles études chimiques sur les roches ignées, à la suite desquelles il formula sa théorie si hardie et si séduisante du volcanisme et de la genèse des eaux thermales (1). Une discussion allait s'ouvrir, où les données expérimentales entreraient surtout en ligne de compte.

Je rappellerai que, antérieurement à cette date (1904), une trentaine de sources avaient été examinées en vue de la recherche des gaz rares (voir plus haut). Si on y avait généralement trouvé l'argon, dans maintes de ces sources on n'avait pas pu caractériser l'hélium, et le néon n'avait été mis en évidence que dans une seule. Quant au krypton et au xénon, on ne les avait encore signalés nulle part en dehors de l'air atmosphérique.

Je prouvai d'abord, dans une première série d'expériences, portant sur un grand nombre de sources d'origine et de nature variées, la présence générale de l'argon et de l'hélium parmi les gaz des eaux minérales, et je déterminai, dans les divers cas examinés, les proportions de l'ensemble des gaz rares (1904-1906) (2).

Je démontrai ensuite, avec le concours de M. Robert BICQUARD, que le néon se rencontrait aussi dans la généralité des sources (3). Il nous fut en outre possible de déterminer, dans un grand nombre de cas, les proportions respectives d'argon (45 sources) et d'hélium (33 sources) (4) et de mesurer le volume de ces gaz que certaines sources dégagent annuellement (5).

En troisième lieu, la présence normale de l'argon, de l'hélium

(1) *Bull. Soc. Chim.*, [3], 25, p. 337, 402 (1901); 29, p. 147, 191 (1902); 35, p. 610, 613, 706, 929, 934, 939 (1906); *Ann. des Mines*, 9, p. 316 (1906).

(2) *Comptes rendus Ac. des Sc.*, 139, p. 852 (1904); 142, p. 44, 1155 (1906); *Journ. de Pharm. et de Chim.*, 24, p. 337 (1906).

(3) *Comptes rendus Ac. des Sc.*, 143, p. 180 (1906).

(4) *Comptes rendus Ac. des Sc.*, 143, p. 795 (1906).

(5) *Comptes rendus Ac. des Sc.*, 146, p. 435 (1908).

et du néon, dans les sources, étant ainsi établie, il était naturel d'y rechercher aussi le krypton et le xénon. Des expériences furent bientôt entreprises, en collaboration avec M. Adolphe LEPAPE (1908), et nous réussîmes à instituer une méthode originale qui nous permit, d'une part, de prouver que le krypton et le xénon étaient aussi des éléments constitutifs normaux des gaz des sources (26 sources) (1), et, d'autre part, d'apprécier les teneurs en krypton et xénon (19 sources) (2).

5. — Les résultats de ces dosages de krypton et de xénon révélèrent une remarquable *loi de constance entre les proportions d'argon, de krypton et de xénon* dans les gaz étudiés et, pour en rendre compte, nous proposâmes, M. LEPAPE et moi, une hypothèse très générale basée sur les propriétés fondamentales des gaz rares : leur inertie chimique, leur stabilité et leur état gazeux. Nous montrions également que si l'hélium échappe à cette loi de constance, c'est à cause de sa production continue par les corps radioactifs et parce que ceux-ci sont universellement diffusés, mais inégalement répartis dans l'écorce terrestre (3).

Comme conséquence de l'hypothèse émise, l'azote, gaz relativement inerte, doit obéir approximativement à la loi de constance établie pour les gaz rigoureusement inertes. Des calculs basés sur les données analytiques alors accumulées (52 gaz de sources minérales) montrèrent qu'il en est bien ici (4).

En outre, si notre hypothèse est correcte, la présence des cinq gaz rares et la constance des rapports mutuels de l'argon, du krypton, du xénon et de l'azote doivent se retrouver dans tous les *mélanges gazeux naturels* (5). Des recherches fort délicates et très laborieuses furent bientôt entreprises sur cinq *grisous* et nous établîmes, M. LEPAPE et moi, que l'*azote brut* (azote + gaz rares) de ces gaz naturels, si différents, quant à la composition générale, au gisement et à l'origine, des gaz de sources ther-

(1) *Comptes rendus Ac. des Sc.*, 149, p. 1171 (1909).

(2) *Comptes rendus Ac. des Sc.*, 152, p. 691, 934; 153, p. 740 (1911); 174, p. 908 (1922).

(3) *Comptes rendus Ac. des Sc.*, 152, p. 934; 153, p. 740 (1911).

(4) *Comptes rendus Ac. des Sc.*, 152, p. 1533 (1911).

(5) Il n'existe encore aucune donnée quantitative au sujet du néon; c'est une lacune que nous espérons combler prochainement.

males, ne se distingue en rien de l'azote brut extrait de ces derniers (1).

Tout en poursuivant nos longues expériences sur les grisous, nous continuions à examiner des gaz de sources thermales. Quelques-uns, trouvés extraordinairement riches en *hélium* (Santenay, Côte-d'Or), nous permirent de délimiter géographiquement une singulière région de notre territoire où l'hélium est généralement abondant (1 à 10 %) dans les gaz des sources thermales; certaines d'entre elles constituent de véritables gisements d'hélium (2).

L'ensemble de ces recherches a fait l'objet de deux mémoires généraux dans lesquels, après avoir décrit les méthodes d'études expérimentales, nous avons exposé les résultats quantitatifs et les conclusions qui s'en dégagent au point de vue de la radioactivité et de la physique du globe.

Le premier de ces mémoires, publié en 1913, se rapporte plus spécialement aux gaz de sources thermales (70 sources) (3); l'autre, qui a paru en 1914, est plus particulièrement consacré à nos études sur les grisous (4).

6. — Dès la fin de la guerre, nous avons repris, M. LEPAPE et moi, nos recherches sur les gaz naturels, sous les auspices de la *Commission de l'Hélium*. Nommée par M. le Ministre de la Marine, en mai 1919, cette Commission a pour tâche immédiate d'effectuer la prospection de l'hélium en France et aux Colonies françaises. L'aide matérielle qui nous fut ainsi offerte nous a permis de nous attacher, en M. M. GESLIN, un collaborateur intelligent et dévoué et d'entreprendre, avec son concours, une véritable exploration des gaz naturels de deux régions françaises des plus intéressantes à ce point de vue : d'une part, l'Alsace et la Lorraine (5), et, d'autre part, le Plateau Central.

(1) *Comptes rendus Ac. des Sc.*, 153, p. 847, 1043 (1911); 158, p. 598, 839 (1914).

(2) *Comptes rendus Ac. des Sc.*, 155, p. 197 (1912).

(3) C. MOUREU, Recherches sur les gaz rares des sources thermales. Leurs enseignements concernant la radioactivité et la physique du Globe (*Journal de Chimie-Physique*, 11, p. 63-153 (1913)).

Un exposé plus succinct de ces recherches et de leurs résultats a fait l'objet d'une conférence devant la Société chimique, le 20 mai 1911 (*Bull. Soc. Chim.*, 9, (1911)), puis de deux conférences au Congrès International d'Hydrologie de Madrid, en 1913 (*Revue Scientifique*, 1914, p. 33 et 65).

(4) CH. MOUREU et A. LEPAPE, Les gaz rares des grisous (*Ann. des Mines*, mai 1914); *Ann. de Chimie*, 4, p. 137 (1915); 5, p. 5 et 225 (1916).

(5) *Comptes rendus de l'Ac. des Sc.*, 171, p. 941 (1920).

Depuis 1919, nous avons examiné une soixantaine de gaz naturels provenant, pour la plupart, de sources thermales des régions ci-dessus indiquées.

Enfin, depuis le 1^{er} juillet 1921, l'Institut de l'Hydrologie et de Climatologie recevant la dotation qui lui est annuellement destinée, notre Laboratoire se consacre d'une manière systématique aux recherches de chimie-physique hydrologique et climatique en vue desquelles il est établi. Au point de vue particulier des gaz rares, les études en cours se rattachent au dosage en valeurs absolues du krypton et du xénon dans l'air atmosphérique et dans les gaz de sources thermales, à la mise au point d'une méthode de dosage du néon, à la détermination de la composition des gaz dissous dans les eaux minérales, etc.

7. — Telles sont les étapes successives du grand travail que j'entreprenais il y a vingt ans et que, depuis quinze ans, je poursuis avec M. LEPAPE sur nos sources françaises. J'ai pensé qu'il ne serait pas inutile, au début de ce mémoire d'ensemble que les *Annales* vont publier, de marquer, par quelques jalons chronologiques, la genèse et l'évolution de ces recherches. Au cours des développements qui suivront, le lecteur pourra ainsi, en se reportant à cette *Introduction historique*, mieux embrasser l'ensemble du sujet et se repérer plus facilement au milieu des détails dans lesquels nous allons entrer.

Notre mémoire comprendra trois parties. Dans la première, nous décrirons les méthodes expérimentales d'étude, telles que nous les utilisons actuellement. Une deuxième partie présentera l'ensemble des résultats quantitatifs acquis, et dans la troisième partie, enfin, nous exposerons les conclusions multiples et diverses que ces résultats comportent, et quelques observations et considérations générales.

(A suivre.)

Les Méthodes générales de la Spectrochimie

Par JACQUES BARDET,
Chef du Laboratoire de Chimie analytique
de l'Institut d'Hydrologie et de Climatologie.

HISTORIQUE

La première mention qui soit faite dans une analyse d'eau minérale d'un métal autre que les alcalins ou alcalino-terreux formant la minéralisation principale, est celle du cuivre, indiqué en 1847, par Fehling, dans les eaux chlorurées sodiques de Sulz am Neckar.

En 1851, Mitscherlich trouve le même métal dans les eaux froides de Frienwalde, dans lesquelles également il mentionne pour la première fois l'arsenic. La même année Thénard décelait et dosait ce dernier dans les eaux de La Bourboule.

En 1852, dans une analyse des eaux peu minéralisées de Bad-Tolz, Fresenius indique la présence du baryum, du strontium et du bore. Fehling, dans une analyse des eaux de Wilbad, signale la présence du zinc.

En 1856, à Cannstadt, et en 1858, à Teinach, le même auteur trouve de l'antimoine, du cuivre, du plomb et du zinc.

En 1859, Fresenius décèle le titane dans les eaux de Wildungen. Au mois de mai 1860, Kirchhoff et Bunsen, inaugurant leur méthode d'analyse spectrale, signalent la présence d'un nouveau métal alcalin, le césium, dans les eaux de Kreutznach, de Durckheim et de Baden; l'isolement du nouveau corps, fait par ces auteurs, amena en 1861, la découverte dans les eaux de Durckheim, du *rubidium*, qu'ils avaient d'abord signalé dans le lépidolithe de Saxe.

En 1861, également, Fresenius indique la présence dans les eaux d'Ems, du nickel et du cobalt. Le même auteur signale encore le cobalt, en 1863, dans les eaux bicarbonatées alcalines de Niederselter, puis, en 1864 dans les eaux ferrugineuses de Pymont, et, en 1865, dans celles de Driburg, accompagné, dans

ces deux dernières de l'antimoine, du cuivre, du nickel, du titane et du zinc.

En 1872, M. Garrigou indique dans les eaux de Luchon la présence du plomb, de l'antimoine, du bismuth, et celle, moins certaine, du cuivre, du cobalt, du nickel.

En 1875, Poleck faisant l'analyse des eaux ferrugineuses de Flingsberg, décèle pour la première fois du bismuth accompagné d'antimoine, cuivre, nickel et zinc.

Le thallium est signalé en 1876 par Huseman dans les eaux de Taraps Schulls, en Suisse. La présence de ce métal dans les eaux minérales est confirmée en 1879 par Ludwig et Mauthner, dans une analyse des eaux de Carlsbad, ainsi que celle de l'antimoine, du sélénium, et du zinc.

Le vanadium a été signalé par U. Mussi dans les eaux des stations Italiennes de Cortona et de Rio.

On voit, par cette énumération, que ce sont surtout les savants étrangers et particulièrement les analystes allemands qui se sont attachés à la recherche des métaux dans les eaux minérales. En France, il n'y a guère que M. Garrigou qui ait compris l'intérêt que présentait cette étude, et, loin de reconnaître ce que pareilles recherches pourraient donner tant au point de vue de la connaissance des eaux mêmes que de leur rôle géologique, on a longtemps tenu en suspicion les découvertes de l'éminent chimiste.

Un des plus vifs reproches que l'on ait faits à Garrigou, fut qu'il utilisait des procédés d'analyse dont les laboratoires n'avaient pas l'habitude et qui inspiraient aux chimistes, à cause de leur caractère purement physique, une instinctive méfiance. Garrigou, en effet, avait la plus grande confiance dans la méthode des flammes de Bunsen, et dans la spectroscopie, et c'est l'emploi de ces deux procédés de recherches qui lui permit de reconnaître dans les eaux dont il a fait l'analyse, des traces de corps qui, le plus souvent, passaient inaperçus des autres chercheurs.

Exception faite de M. Garrigou, les auteurs français qui se sont occupés des eaux minérales, ont toujours suspecté l'exactitude des résultats obtenus dans la recherche des traces de métaux.

Willm et Jacquot, dans leur ouvrage « Eaux minérales de la France », livre paru en 1894, et qui est le résumé de toutes les études chimiques et géologiques faites jusqu'alors en France, donnent le tableau ci-contre, qui groupe la totalité des éléments

qu'ils jugent former la constitution élémentaire des eaux minérales de France.

Ce tableau est suivi de la remarque suivante : « On a encore signalé l'argent, l'antimoine, le plomb, le bismuth, l'étain, le mercure, mais il convient de faire accompagner ces noms d'un point de doute ».

OXYGÈNE

*Éléments
électro-négatifs
ou acides.*

Éléments fondamentaux.

Azote	(gazeux)
Chlore	(chlorures).
Soufre	(hydrogène sulfuré, sulfures, sulfates, hyposulfites).
Carbone	(acide carbonique et carbonates).
Silicium	(silice et silicates).

HYDRO GÈNE

*Éléments
électro-positifs
ou basiques.*

Calcium.
Magnésium.
Sodium.

Fer.

Éléments assez fréquents. mais peu abondants

Brome	(bromures).
Iode	(iodures).
Fluor	(fluorures).
Azote	(azotates, ammoniacales).
Bore	(borates).
Phosphore	(phosphates).
Arsenic	(arséniates, sulfarséniates).

Strontium.
Manganèse.
Lithium.
Rubidium.
Cuivre.

Éléments ne se rencontrant que rarement.

Aluminium.
Baryum.
Nickel.
Cobalt.
Glucinium.
Zinc.
Cadmium.
Cæsium.

Dans son livre, « Recherche, captage et aménagement des sources thermo-minérales », paru en 1899, M. de Launay, traitant de la composition chimique des eaux minérales, et après avoir donné la liste des éléments fondamentaux, dit textuellement :

« Si nous abordons maintenant la série des métaux plus lourds et plus rares, réellement caractéristiques des filons métallifères, nous n'aurons plus à en mentionner que des traces insignifiantes, souvent contestables, et après avoir été signalées par un chimiste, exposées à être niées par un autre : traces qui, presque toujours sont même dues à une circonstance accidentelle, telle que la présence d'objets métalliques, tuyaux en plomb, robinets en cuivre, etc., sur la circulation des eaux, ou au passage de ces eaux par des filons où ces métaux s'étaient antérieurement déposés, c'est-à-dire, à un de ces phénomènes de remise en mouvement sur la grande importance desquels nous avons récemment appelé l'attention.

Après quoi l'auteur cite seulement comme des cas très rares, sur lesquels le doute plane encore : nickel, cobalt, cuivre, plomb, étain, glucine; la présence du mercure, de l'argent, et de l'or, lui paraît encore plus problématique.

On voit le peu de crédit qu'ont trouvé en France les résultats de la recherche des traces métalliques. Il n'en a pas été de même à l'étranger.

Si l'on consulte le Bäderbuch, ouvrage publié par le gouvernement impérial allemand, et qui donne les analyses et tous les renseignements concernant les eaux minérales allemandes, on voit que les corps que l'on ne signale qu'à titre exceptionnel dans les analyses des eaux françaises sont très fréquemment indiqués, souvent même dosés. C'est ainsi que la présence du cuivre est signalée dans 24 analyses, celle du zinc dans 14, celle du titane dans 14, celle de l'antimoine dans 10, celle du nickel dans 8, celle du plomb dans 5. Le cobalt a été trouvé 4 fois, le bismuth et l'argent 1 fois.

Sur 37 analyses portant sur les principales eaux italiennes, on constate 18 fois l'indication du cuivre, 2 fois celle du zinc, du titane, du vanadium.

Des 16 analyses d'eaux autrichiennes que j'ai pu consulter, 3 contiennent mention du zinc, 2 du cuivre, de l'antimoine, 1 celle du plomb, du titane, du cobalt, du thallium.

En 1911, il me parut intéressant d'appliquer à la recherche

des traces métalliques dans les eaux les méthodes si sûres de la spectrographie, et de faire ainsi cesser le doute qui planait sur leur existence : il était en outre intéressant de savoir si leur présence n'était qu'un accident ou si elle avait une certaine constance, et enfin, dans ce cas, si l'on en pouvait déduire des conséquences, soit au point de vue chimique, soit au point de vue géologique. Ces recherches poursuivies durant trois ans au laboratoire de Chimie Minérale de la Sorbonne sous la bienveillante direction de M. le professeur Urbain, donnèrent des résultats extrêmement intéressants. Ceux-ci furent l'objet de plusieurs notes, tant à l'Académie des Sciences qu'à la Société d'hydrologie, et furent réunis dans une thèse que je présentai en juin 1914 à la Faculté des Sciences de Paris. Interrompues par la guerre, elles ont dû être suspendues pendant près de sept années. Elles ont été reprises au laboratoire de chimie analytique de l'Institut d'Hydrologie. Les premiers travaux, pour féconds qu'ils aient été en résultats intéressants, ne peuvent être considérés comme complets. Entrepris un peu au hasard sur les échantillons disparates que nous devions à l'amabilité des exploitants d'établissements thermaux, sur des quantités de matières souvent insuffisantes, avec des méthodes improvisées, ils ne représentent qu'un premier coup d'œil d'ensemble sur la question.

Il reste à les compléter, d'abord en les faisant porter sur la totalité des sources exploitées en France, ensuite en poussant plus loin les travaux de concentrations nécessaires, enfin en contrôlant par l'analyse spectrographique, les corps obtenus par les méthodes de l'analyse chimique.

C'est ce travail que nous poursuivons actuellement. Les résultats en seront publiés au fur et à mesure dans les Annales de l'Institut d'Hydrologie, mais il nous a paru au préalable nécessaire de décrire succinctement les méthodes employées. C'est le but de la présente note.

On sait que le spectre lumineux perceptible à l'œil et obtenu par réfraction de la lumière blanche, se prolonge en deça du rouge et au delà du violet. Le spectre infra-rouge, donné par des radiations calorifiques, est difficile à observer. Les rayons ultra-violets, au contraire, ont sur la plaque sensible, l'action la plus

énergique. Il sera donc facile de les fixer : c'est le but du spectrographe, qui n'est autre qu'un spectroscope dont l'oculaire est remplacé par une chambre photographique. Mais les verres qui servent à la construction des appareils ne se laissent pas traverser par les rayons ultra-violet : les verres spécialement étudiés pour cet usage ne permettent guère l'observation au delà de 3.250 Å (1).

On est donc amené à remplacer le verre par des matières plus transparentes aux rayons ultra-violet : fluorine, spath ou mieux, quartz. C'est avec ce dernier que sont construits la plupart des appareils utilisés en spectrochimie (2).

Nous ne décrirons pas les divers types de spectrographes ; tous ou à peu près sont construits sur le même modèle : un tube collimateur portant la fente à une extrémité, dirige un faisceau de rayons parallèles sur une face du prisme. Le faisceau diffracté est à sa sortie du prisme projeté par une lentille sur la plaque photographique. La différence de mise au point des diverses radiations enregistrées oblige à incliner fortement celle-ci sur l'axe de l'appareil et, en outre, à lui donner une courbure assez forte. Le réglage d'un spectrographe est toujours une opération longue et minutieuse, car elle ne peut s'opérer qu'au moyen d'une succession de photographies.

On sait que, pour un même élément, on obtiendra des spectres différents selon le mode de volatilisation employé : flamme, arc, étincelle ; cette différence provient des températures diverses données par chacun de ces procédés.

On utilise principalement l'arc et l'étincelle. L'un et l'autre ne peuvent être obtenus sans intermédiaires que lorsqu'on désire étudier des fragments de métaux ou de minéraux conducteurs,

(1) On sait que l'unité de longueur d'onde est l'Angström dont la valeur est égale à 10^{-10} m, c'est-à-dire au dix-millionième de millimètre. Le spectre visible va de 8.000 Å (R) à 4.000 Å (V). La plaque photographique ordinaire enregistre les radiations comprises entre 5.000 et 2.400 Å. On peut, toutefois, par certains artifices de sensibilisation étendre l'observation soit, d'une part, jusqu'au rouge, soit, d'autre part, jusqu'à 1800 Å.

(2) Les appareils à réseaux ne sont guère utilisables à cause de leur grand pouvoir absorbant, qui conduit à des temps de pose très longs et qui, par conséquent, exigent une assez forte quantité de matière.

cas assez rare d'ailleurs. On fait alors éclater l'arc ou l'étincelle entre deux fragments du corps à étudier. Dans le cas le plus fréquent, on a à étudier une poudre, un résidu sec, un précipité. On doit, dans ce cas, faire éclater l'arc ou l'étincelle entre deux supports conducteurs, soit des tiges métalliques, soit des tiges de charbons. L'extrémité de l'un d'eux est alors creusée de façon à former un petit creuset dans lequel on introduit la matière à étudier.

On peut aussi, dans le cas où l'on veut étudier une solution, faire éclater l'étincelle entre deux fils de platine à la surface du liquide contenu dans un petit godet de verre. On peut enfin mettre le corps à étudier en solution dans un sel fondu, et faire éclater l'étincelle à la surface du bain ainsi formé (1).

Chacune de ces méthodes présente des avantages et des inconvénients : les spectres d'arc, par exemple, sont d'une obtention plus facile : ils ne nécessitent qu'un matériel restreint et des temps de pose très courts. Mais le spectre parasite (2) est important, surtout si l'on emploie des électrodes de charbon, qui donnent alors, entre 3.500 et 4.300 Å, des bandes cannelées du cyanogène qui rendent les lectures impossibles dans cette région.

De plus, les métalloïdes légers ne donnent pas de spectres d'arc.

Les spectres d'étincelle demandent un appareillage plus complexe : bobine, condensateurs, etc. Les temps de pose sont plus longs, et si les bandes du cyanogène n'existent pas, du moins le spectre est-il encombré de toutes les raies de l'azote et de l'oxygène. En revanche ils permettent la recherche des métalloïdes, que la méthode des spectres d'arc est impuissante à déceler.

On voit que pour être complètes, des recherches spectrographiques devront être faites simultanément par plusieurs procédés judicieusement combinés.

*
* *

Les appareils dont nous avons donné le principe donnent, par

(1) Cette façon d'opérer permet, en utilisant des dilutions de plus en plus grandes, et en observant la limite de disparition des raies ultimes (raies les plus persistantes d'un corps), d'avoir une approximation quantitative (Méthode de M. de Gramont).

(2) On appelle ainsi le spectre des conducteurs utilisés comme supports de la matière étudiée.

les procédés indiqués; des clichés portant les spectres des corps étudiés. Il reste à décrire les méthodes employées pour en faire la lecture, c'est-à-dire, d'abord mesurer les longueurs d'onde des raies observées, ensuite attribuer avec sécurité ces raies aux éléments chimiques qui les ont donnés.

Pour la mesure des longueurs d'ondes, on se sert d'un spectre de référence. Celui-ci joue, vis-à-vis du spectre étudié, le rôle d'échelle graduée. On utilise généralement pour cet usage le spectre d'arc du fer. On peut en effet se procurer facilement des électrodes de ce métal suffisamment pur, et son spectre est assez riche en raies pour former une bonne échelle, les raies du fer étant parfaitement connues et faciles à reconnaître.

Sur la fente du spectrographe on peut déplacer un petit volet percé de trous qui permettent de n'en utiliser qu'une partie. Ces trous sont distribués de telle façon que les spectres faits successivement avec chacun d'eux se juxtaposent exactement sur la plaque sensible.

On peut donc obtenir sur la plaque trois bandes spectrales :

1° Le spectre des électrodes servant de support à la matière étudiée. Ce spectre sert à indiquer à l'observateur les raies attribuables à ces électrodes et provenant de leurs impuretés, aussi bien que du corps qui les constitue.

2° Le spectre du fer servant d'échelle.

3° Le spectre de la matière à examiner, sur les supports précédemment spectrographiés.

La lecture d'un pareil cliché peut se faire de plusieurs façons.

Les lectures courantes se font au moyen d'un simple microscope. On apprécie alors la longueur d'onde d'une raie en évaluant à l'œil sa position relativement aux raies les plus voisines du spectre du fer. Pour un observateur exercé, cette méthode permet, jusqu'à 3.200 U. A., des mesures exactes, à $3/10^{\circ}$ d'unité Angström.

Pour simplifier ces mesures, il est avantageux d'adopter la méthode de M. Urbain, qui consiste à faire une épreuve agrandie 15 fois d'un spectre du fer obtenu avec le spectrographe du laboratoire. Ce spectre est gradué en unités Angström et les longueurs d'ondes d'un grand nombre de raies y sont portées. De plus, on y indique la place des principales raies de la plupart des corps. En ayant sous les yeux le spectre ainsi annoté, il devient très facile de savoir à quel corps appartient une raie donnée. Lorsqu'il y a doute sur l'identité d'une raie, par

exemple, lorsque deux corps ont deux raies de longueurs d'onde identiques ou très voisines, les autres raies du corps spectrographié lèveront rapidement le doute.

Il peut néanmoins se présenter des cas où il est nécessaire de recourir à des mesures plus précises que la simple évaluation. Par exemple, lorsqu'on rencontre une ou plusieurs raies dont on ne reconnaît pas immédiatement l'origine. Il faut alors faire une mesure exacte des distances qui séparent cette raie des raies du fer dont on connaît la longueur d'onde. Dans ce but,

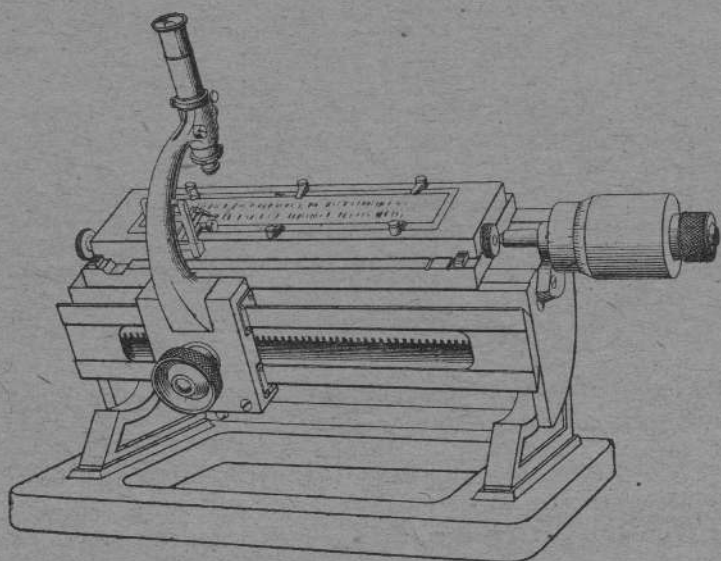


FIG. 1. — Microscope spécial pour la lecture des spectres.

on utilise une vis micrométrique. Divers appareils ont été construits pour cet usage.

La figure (1) représente l'un d'eux, construit sur les indications de M. le professeur Urbain et les miennes. La plaque est posée sur une platine. Un microscope peut se déplacer tout le long du spectre au moyen d'une crémaillère, et sert à faire les mesures par estimation. Le tambour de droite renferme la vis micrométrique qui sert à faire les mesures précises.

Les mesures faites, il ne reste plus qu'à faire l'attribution des raies observées.

Pour mieux faire comprendre la façon dont se fait cette attribution, je prendrai pour exemple le spectre obtenu avec un résidu d'eau minérale. La planche ci-contre représente le spectre d'arc du résidu brut de la source de la Raillère de Caunterets. La lecture de la portion prise entre 2700 et 2950 décèle la présence des raies de longueurs d'ondes suivantes :

2709,7	— faible
2754,7	— faible
2776,8	— moyenne
2778,4	— moyenne
2779,9	— moyenne
2781,5	— moyenne
2783,1	— moyenne
2795,6	— très forte
2802,1	— moyenne
2833,2	— moyenne
2840,2	— très faible
2879,5	— faible
2874,3	— moyenne
2949,8	— moyenne

Il s'agit de traduire ces chiffres, en se rappelant que leur lecture peut comporter une erreur.

Les tables de longueur d'ondes donneront pour chacun d'eux le ou les éléments auxquels ils peuvent être attribués et il ne reste plus qu'à déterminer entre ceux-ci celui qui donne la raie observée.

Cette recherche se fait de la façon suivante :

2709,7 — Les tables donnent :

	ÉLÉMENT		INTENSITÉ
2709,70	— Germanium	—	30
2709,33	— Thallium	—	20

Une erreur de 0,4 U. A serait grossière dans cette région. On doit donc avoir affaire au germanium.

2754,7 — On a

2754,29	— Lutécium	—	5
2754,69	— Germanium	—	30
2655,01	— Platine	—	5

Le platine doit être éliminé. Si la raie observée devait lui être attribuée, on aurait eu précédemment les raies 2702,5 et 2706,0 qui sont beaucoup plus sensibles. D'autre part, rapprochée de la raie 2709,7, elle confirme la présence du germanium.

2776,8 — Ces cinq raies correspondent toutes à des raies du magnésium. Les raies de longueurs d'ondes voisines peuvent donc être éliminées; de même pour la raie suivante :
2778,4
2779,9
2781,5
2783,1
2795,6 — Qui existe dans les électrodes de charbon, mais se trouve notablement renforcée dans le spectre étudié.

2802,1 — Les tables indiquent à cette longueur d'onde une raie du plomb d'intensité 100, qui ne peut être confondue avec les raies voisines trop éloignées.

2833,2 — Même observation. On peut l'attribuer à Pb 100. On confirme par là l'observation faite à 2802,1.

2840,2 — Les tables donnent :

2840,17	— Etain	—	30
2840,35	— Iridium	—	4
2840,65	— Ruthénium	—	3

Ces deux derniers métaux sont invraisemblables en l'absence de platine. Ils ont d'ailleurs des raies plus caractéristiques qu'il serait facile d'observer. On doit donc se trouver en présence d'étain dont c'est la raie la plus sensible.

2875,5 — Comme pour 2802,1 et 2833,2, cette raie doit être attribuée au plomb sans doute possible.

2874,3 — Quoique continuant presque exactement une raie du fer, celle-ci s'en distingue nettement par son aspect. Elle correspond exactement à la raie gallium 10.

2943,8 — On a :

2943,30	— Iridium	—	10
2943,77	— Gallium	—	10
2944,06	— Nickel	—	6

Rapprochée de la raie 2874,3 cette ligne confirme la présence du gallium. Les deux autres métaux auraient déjà donné plusieurs raies.

On voit, par ces quelques exemples, comment se poursuit l'étude d'un spectre. En fait, toute cette discussion n'a lieu que pour quelques raies. L'observateur exercé voit du premier coup d'œil à quels éléments doivent être attribuées la plupart des raies, et la lecture de la portion de spectre indiquée ci-dessus ne lui demandera certainement pas plus de deux minutes. Le travail de lecture est très facilité, comme je l'ai dit, par la consultation du spectre du fer gradué et annoté, qui permet l'attribution immédiate de la plupart des raies d'un spectre.

Lorsqu'on constate dans un spectre la présence d'un très grand nombre de raies attribuables à un même corps, dont le spectre est particulièrement fourni, manganèse, tungstène, par exemple, le mieux est de faire à côté de celui de la matière étudiée, le spectre de ce corps; on peut de cette façon éliminer toutes les raies communes qui lui appartiennent et la lecture est très simplifiée.

*
**

Tous les éléments ne présentent pas à l'analyse spectrale la même sensibilité. Certains, comme l'argent, le sodium, le germanium se révèlent pour des traces infinitésimales, d'autres, comme l'arsenic, le chrome, sont moins sensibles. D'autres enfin, particulièrement les métalloïdes, brome, iode, phosphore, etc., le sont peu. Il est bien difficile de chiffrer cette sensibilité, car elle varie avec les diluants. D'une manière générale, plus un spectre est riche en raies, moins ce spectre est sensible, cette règle n'étant qu'approchée.

Dans les recherches spectrochimiques, on aura donc intérêt à concentrer autant que possible les corps cherchés. Particulièrement dans les applications à l'hydrologie, il sera la plupart du temps nécessaire d'éliminer des produits étudiés les masses de sels alcalins ou alcalino-terreux qui forment la minéralisation principale des eaux. On utilise pour cela les méthodes ordinaires de la chimie analytique. Toutefois il peut arriver que celles-ci soient insuffisamment sensibles. Par exemple, si l'on veut rechercher les métaux précipités par l'hydrogène sulfuré, il est possible que la quantité des sulfures formés dans l'eau étudiée soit inférieure à la limite de leur solubilité : on n'aura donc aucun précipité. Dans ce cas on pourra, soit diminuer la quantité de liquide par une évaporation, soit encore ajouter à l'eau

une petite quantité d'un métal du même groupe, qui, en précipitant, entraînera les autres sulfures. On devra, naturellement veiller à ce que le sel ainsi ajouté soit rigoureusement pur; et rechercher à part s'il ne préexiste pas dans l'eau étudiée. Si l'on fait usage de réactifs, il convient d'en faire au préalable un examen spectral.

Outre la recherche qualitative des éléments contenus dans l'eau, le spectrographe peut et doit être utilisé comme contrôle des résultats de l'analyse quantitative. L'analyse purement chimique ne permet pas toujours de s'assurer de la parfaite pureté des corps obtenus par ses méthodes; et si cette assurance peut s'obtenir, ce n'est le plus souvent qu'au prix de recherches longues et délicates. En un quart d'heure, le spectrographe indique au chercheur le degré de confiance qu'il doit donner à un dosage. Prenons un exemple : la méthode classique de dosage de la silice dans une eau consiste à évaporer celle-ci après acidification. La silice, ainsi insolubilisée, est recueillie et pesée. On la traite ensuite par l'acide fluorhydrique. Le fluorure de silicium formé est évaporé et il reste un très minime résidu qui, sur la foi des auteurs, sera considéré comme de l'acide titanique. Si ce résidu, trop faible pour se prêter à un contrôle chimique rigoureux, est examiné au spectrographe, il révélera presque toujours à côté du titane, la présence d'autres éléments : dans un examen que nous avons fait récemment de l'eau de St-Nectaire, un pareil résidu était en majeure partie composé d'oxyde d'antimoine et décelait en outre la présence de germanium.

Le spectrographe est donc un incorruptible critique pour l'analyste, qui, outre les avantages d'une absolue certitude, acquerra dans sa fréquentation une extrême circonspection, voire même un judicieux scepticisme quant à la valeur spécifique des réactions qu'il emploie.

*
*
*

Tels sont, en résumé, les appareils et les méthodes générales employées en spectrochimie. Ces quelques renseignements permettront de suivre, en connaissance de cause, les travaux que nous publierons ultérieurement et dans lesquels nous donnerons les résultats des recherches effectuées dans ce domaine par le laboratoire de Chimie analytique de l'Institut d'Hydrologie.

La spécialisation des Eaux minérales fondée sur les indications de la maladie

Spécialisation fonctionnelle

Par le Professeur ALBERT ROBIN,
de l'Académie de médecine.

Je compte publier dans les *Annales* de l'Institut d'Hydrologie les indications relatives au traitement hydrominéral des diverses affections qui relèvent de ce procédé thérapeutique. Mais, avant de commencer ces études, il me paraît nécessaire de rappeler que la pratique française a su spécialiser la cure hydrominérale, profitant de la grande variété des eaux et de l'action bien définie des médicaments qui entrent dans leur composition.

En 1920, au *Congrès d'Hydrologie* de Monaco, M. BARDET et moi avons été chargés d'un rapport sur la spécialisation de la cure hydrominérale. Comme introduction aux études cliniques que je m'apprete à réunir ici, je ne saurais mieux faire que de reprendre les considérations pratiques qui figuraient dans ce rapport, car elles définissent bien les règles qui doivent présider à l'institution rationnelle d'une cure.

Remarquons d'abord que, pour faire la spécialisation thérapeutique des eaux minérales, nous n'avons encore d'autre guide qu'une observation clinique plusieurs fois séculaire. Ce n'est pas là une particularité fâcheuse de la thérapeutique hydrominérale; dans le traitement de toutes les maladies, nous sommes au même point quand nous opérons avec des médicaments. Au fond, l'heure n'est pas encore venue où le médecin puisse s'appuyer avec la confiance la plus complète sur les recherches physiologiques du laboratoire, quand il s'agit de faire les applications des produits pharmaceutiques. Au contraire, nous sommes très fortement armés quand nous pouvons nous appuyer sur les résultats cliniques observés sur le malade. En

effet, c'est grâce à l'observation clinique que la plupart de nos stations ont tendu à se spécialiser dans le traitement d'affections déterminées. Si nous passons en revue les applications déjà connues des eaux minérales dans les diverses Stations de notre Pays, voici ce que nous observons :

Vichy revendique surtout les maladies du foie, de l'estomac et le diabète, en un mot, les maladies de la nutrition et de ses organes principaux.

Vals aura des indications semblables, mais moins nettes parce que ses eaux sont froides. Cette station reçoit beaucoup de coloniats (hépatisme avancé).

Châtel-Guyon et *Plombières* se partagent les affections intestinales.

Le Mont-Dore réclame les asthmatiques, les bronchiteux.

Pougues les maladies de l'estomac,

La Bourboule s'adresse aux dermatoses et aux adénopathies, au lymphatisme (enfants), aux anémies.

Royat et *Bourbon-Lancy* se sont spécialisées dans le traitement des maladies cardio-artérielles,

Aix-les-Bains, *Bourbonne-les-Bains*, *Bourbon L'Archambault*, dans celui des rhumatismes,

Luxeuil traite surtout les maladies de la femme,

Néris calme les névralgies et les névropathies,

Uriage qui traite les affections laryngées avec succès, comme aussi le lymphatisme des enfants, s'impose, comme *Luchon*, chez les syphilitiques, quand on veut activer une cure mercurielle par administration du soufre, ou favoriser l'élimination du mercure,

Saint-Gervais et quelques sulfurées des Pyrénées traitent partout les dermatoses,

Les plaies, les tuberculoses locales sont du domaine des sulfurées et des chlorurées.

Evian, *Vittel*, *Contrexéville*, et *Martigny* et quelques Stations des Pyrénées, comme *Bagnères-de-Bigorre* et *Capvern*, ont acquis une grande réputation dans le traitement des maladies de l'arthrisme, et aussi en certains cas, du syndrome hépatique,

Contrexéville, en outre de ses indications générales, s'est spécialisée dans les voies urinaires,

St-Nectaire recherche les albuminuriques,

Lamalou, les tabétiques, les cérébraux,

Brides-les-Bains, les obèses, et certains hépatiques,

Bagnoles-de-l'Orne, les maladies des veines,
Ussat, qui soigne surtout les maladies des femmes, possède
une curieuse action élective sur le goître exophtalmique.

Évau l'aménorrhée, la dysménorrhée,
St-Christau, le psoriasis et principalement le psoriasis buccal,
Forges-les-Eaux les anémies et les chloroses,
Luchon, *Cauterets*, *Eaux-Bonnes*, *St-Honoré*, *Allevard*, les
maladies des voies respiratoires,

Salies-de-Béarn, *Biarritz*, *Salins du Jura*, *Salins-Moutiers*,
La Mouillère-Besançon, les maladies des femmes et les adéno-
pathies, particulièrement chez les enfants,

St-Amand, *Barbotan*, *Dax*, *Balaruc*, les artropathies et les
rhumatismes chroniques.

On remarquera que, dans ces attributions, il existe d'autres
facteurs que la qualité de l'eau elle-même. Cette qualité fut le
point de départ de la spécialisation, mais ensuite les médecins
ont su organiser les moyens d'application, de sorte que cette
spécialisation dépend autant de la direction des méthodes médi-
cales, du perfectionnement des moyens que des propriétés de
l'eau, mais il est indiscutable que sans ces propriétés reconnues
la spécialisation ne saurait être obtenue.

Nous nous excusons de cette longue énumération; nous avons
seulement voulu esquisser dans un tableau d'ensemble la Spé-
cialisation qui s'est établie dans nos diverses Stations depuis
un certain temps. La liste est peut-être incomplète, mais elle
répond certainement aux faits principaux. Nous ne saurions
insister sans être obligés de dépasser considérablement les
limites d'un simple article. Mais nous pouvons affirmer que ces
spécialisations sont parfaitement justifiées par les résultats cli-
niques qu'on peut régulièrement constater dans les Stations. Il
est donc à désirer que, de plus en plus, la spécialisation des
cures devienne une règle en pratique hydrologique.

Si l'on pouvait s'en tenir à cette spécialisation qui ne tient
compte que de l'indication de la maladie, l'hydrologie thérapeu-
tique serait d'une pratique bien facile, puisqu'elle ne représen-
terait que la conjugaison du nom d'une maladie à celui d'une
Station, c'est-à-dire un simple exercice de mémoire. Mais il est
loin d'en être ainsi.

Les vieux cadres des anciennes entités morbides sont bien
désuets aujourd'hui, et la seule notion de la maladie ne suffit
plus à poser l'indication thérapeutique. Comme on l'a répété à

l'envi, il n'y a pas de maladie, mais il y a des malades qui, tous, réalisent la maladie suivant leurs aptitudes personnelles, en lui imposant leurs caractéristiques individuelles, de sorte qu'elle revêt une physionomie particulière suivant les réactions propres aux malades en cause. La maladie elle-même n'est pas un tout immuable, elle varie suivant la période de son évolution, ses prédominances symptomatiques, ses complications et même suivant son étiologie.

Le traitement est donc subordonné à ces multiples conditions, dépendant à la fois de la maladie et du malade. Une intervention qui ne tiendrait pas compte de ces conditions porterait à faux, parce qu'elle ne s'adresserait qu'au nom donné à la maladie.

Enfin, spécialisation ne signifie pas qu'on doit ne traiter, dans telle Station, que telles affections. Celles-ci ne représentent que la dominante parmi les maladies qui sont justiciables de cette Station.

Et puis, quand plusieurs Stations réclament le même groupe morbide, il faut déterminer, parmi ces Stations, celle qui s'adaptera le mieux aux malades dont il s'agit.

L'indication de la maladie et la spécialisation des eaux n'ont donc rien d'absolu et ne sauraient prétendre à fixer, à elles seules, le choix du médecin. Pour faire ce choix, il a presque toujours besoin d'autres indications qui, pour être de second plan, l'obligeront dans un certain nombre de cas, à modifier le jugement qu'il fondait uniquement sur le nom de la maladie.

La spécialisation n'a donc rien d'absolu et le médecin doit tenir compte, dans ses déterminations, des multiples incidents de la maladie, comme de la manière dont le malade les modifie.

Mais, ici, intervient un second mode de spécialisation auquel on peut donner le nom de *fonctionnel*, puisqu'il résulte de la connaissance de l'influence exercée par les eaux minérales sur les fonctions des principaux appareils de l'organisme. A ce point de vue, les eaux minérales peuvent se classer en stimulantes et en sédatives, soit sur l'état général, soit avec une élection sur un appareil particulier. A ces deux catégories d'eaux, on pourrait ajouter une troisième catégorie, les eaux résolutes, mais elles relèvent de la classe des stimulantes, puisque c'est à la faveur de la stimulation qu'elles sont capables de résoudre les résidus morbides.

Ce qu'il faut savoir surtout c'est que dans une même Station, les deux types d'Eaux peuvent se rencontrer, sans compter

qu'en variant le mode d'administration, on peut obtenir, avec la même eau, les deux effets contradictoires. Avec ces deux modalités et la connaissance des eaux qui les représentent, aussi bien en ce qui concerne la maladie d'une façon générale, que sa localisation à tel ou tel appareil, on est en mesure de répondre à toutes les indications, parce que celles-ci se résument presque toutes dans le fait de stimuler ou d'abaisser un état nutritif ou un trouble fonctionnel.

La *spécialisation fonctionnelle* servira donc de correctif à celle qui correspond à l'indication de la maladie, en adaptant mieux la cure aux diverses modalités morbides de celle-ci.

Nous allons en donner quelques exemples :

§ I. — La Maladie.

1° Indication des prédominances symptomatiques.

Parmi les symptômes d'une maladie, il en est parfois un qui donne sa note personnelle à l'expression morbide. Prenons comme exemple les maladies gynécologiques.

L'indication du *symptôme dominant*, permettra de fixer votre décision parmi les Stations spécialisées. Ainsi on conseillera *Néris*, si l'affection s'accompagne de névralgies utéro-ovariennes; *Luxeuil* en cas de métrorragies; les eaux chlorurées sodiques fortes (*Biarritz*, *Salies-de-Béarn*, *Salins-du-Jura*, *Salins-Moutiers*), additionnées d'eaux-mères, dans les fibromes très douloureux; *Evau* ou *Bourbonne-les-Bains*, si le malade est aménorrhéique ou dysménorrhéique.

2° Indication des complications.

Quand la survenance d'une complication modifie l'expression morbide, au point de lui donner une physionomie spéciale, c'est le traitement de cette complication qui s'impose.

Ainsi, quand une dyspepsie se complique de vertiges, on enverra le patient à *Pougues*. Si le foie est gros et le teint cholémique, on ordonnera *Vichy*. Si le dyspeptique a, en même temps, de l'entéro-colite muco-membraneuse, on choisira *Châtel-Guyon* ou *Plombières*. Si, enfin, il présente une constipation opiniâtre, on le dirigera sur *Brides-les-Bains*.

3° Indications de l'étiologie.

Quelquefois, la détermination d'une étiologie bien précise conduira à combattre celle-ci avant d'aborder le traitement de la maladie elle-même. Prenons comme type l'obésité.

On connaît les obésités par suralimentation, par troubles de la nutrition nerveuse, par auto-intoxication, par trouble des fonctions génitales, etc... A chacun de ces groupes correspondra une cure particulière. Ainsi *Brides* convient à l'obèse gros mangeur; *Plombières* conviendra aux obésités névropathiques; *Vittel*, *Contrexéville*, *Martigny*, aux obésités par auto-intoxication; les *Eaux chlorurées sodiques fortes*, aux obèses d'origine génitale, etc...

4° Indication des affections associées.

Quand un sujet est atteint de deux affections, on indiquera une Station où la plus importante des deux puisse être soignée, non seulement sans nuire à l'autre, mais encore en lui donnant quelques chances d'amélioration.

Exemple : Le lithiasique rénal goutteux ne sera pas envoyé à *Vichy*, qui serait préférable au point de vue de la goutte, mais aux *Eaux des Vosges*, dont la lithiase rénale bénéficiera plus que la goutte, mais dont celle-ci retirera aussi quelque avantage. Un rhumatisant atteint d'endocardite récente sera dirigé sur *Bourbon-Lancy*; tel autre ayant des résidus de pleurésie, sur le *Mont-Dore*. A l'obèse diabétique on conseillera *Vichy* au lieu de *Brides*.

5° Excitabilité de la lésion.

Dans bien des cas, des indications particulières sont fournies par le fait de l'excitabilité plus ou moins grande de la lésion. Lorsque cette excitabilité est considérable, il est nécessaire de choisir des Stations ou des Sources qui jouissent de propriétés sédatives manifestes, c'est dans ces cas-là qu'on a le plus grand avantage à utiliser les eaux fortement radio-actives, comme il en existe dans beaucoup de Stations.

§ II. — Indications fondées sur le Malade.

Indications des aptitudes réactionnelles du malade.

Cette indication vise la torpidité et l'excitabilité, qui cons-

tituent d'importants éléments du jugement. Ainsi, c'est elle qui permettra, dans les affections de l'intestin, de décider entre *Châtel-Guyon* et *Plombières*. La première de ces Stations sera indiquée pour les affections intestinales atoniques, avec un état général déprimé, tandis que la seconde conviendra à celles qui se caractérisent par le spasme local et par l'excitation générale.

2° Indication du terrain de la maladie.

Les états constitutionnels héréditaires ou acquis ont, dans le choix d'une cure, une importance, sinon prépondérante, du moins qui n'est pas à négliger, parce qu'ils impriment à la maladie un caractère particulier et que les traitements hydro-minéraux sont un des meilleurs moyens que nous ayons pour les modifier. On aura donc à rechercher si le malade est anémique, névropathe, lymphatique ou arthritique. Souvent, c'est cet état constitutionnel qui fixera le choix.

Voici une jeune fille aménorrhéique ou dysménorrhéique issue de parents goutteux, chez qui l'hérédité, la fréquence des migraines, les urines sédimenteuses, révèlent l'existence de la diathèse arthritique; on ne lui conseillera pas *Evaux*, mais *Royat*.

Telle autre, souffrant des mêmes accidents, molle et grasse, présente les attributs du lymphatisme de la leucorrhée, des adénites cervicales, etc...; ce sont les *Chlorurées sodiques fortes de Biarritz, Salies-de-Béarn* qui lui conviendront et qu'on lui prescrira sans adjonction d'eaux-mères, afin de ne pas diminuer le pouvoir stimulant des eaux.

Voici un dyspeptique hypersthénique névropathe. Son état nerveux originel est exaspéré par les troubles de sa digestion, mais il n'empêche que son terrain nerveux est à l'origine de sa dyspepsie. C'est donc à lui qu'on s'adressera, en envoyant le malade à *Plombières* ou à *Néris*. Cet autre dyspeptique réagissant mal, indolent et déprimé, sera dirigé sur la source *Mauhourat de Cauterets*.

3° Indication des troubles dans les échanges organiques.

Cette indication ne prendra toute sa valeur que quand nous connaîtrons plus complètement l'action des eaux minérales sur les échanges généraux et la manière dont ceux-ci se comportent

dans les diverses maladies. Pourtant, il est déjà quelques faits que l'on peut utiliser.

Les diabétiques azoturiques seront adressés à *La Bourboule* (eau arsénicale) plutôt qu'à *Vichy*. Les diabétiques phosphaturiques iront à *Brides-les-Bains* qui diminue l'élimination de l'acide phosphorique. Par contre, l'hypoazoturie indiquera les *cures sulfureuses* qui jouissent de la propriété d'accélérer les échanges azotés. Dans les états morbides qui s'accompagnent de déminéralisation organique, comme les états pré-tuberculeux, on conseillera les eaux arsénicales de *Royat* ou de la *Bourboule*, les arsénicaux jouissant de la propriété de restreindre la déminéralisation.

Pour répondre aux indications que nous venons d'énumérer dans ce paragraphe, il est rigoureusement nécessaire que le médecin possède tous les renseignements possibles et cela nous amène à toucher à un point d'organisation qui nous paraît extrêmement important dans les perfectionnements que l'on doit apporter à nos Stations hydro-minérales. Dans toute grande Station et surtout dans celles qui doivent s'adresser spécialement aux maladies de la nutrition, il doit exister un laboratoire très bien monté, capable de fournir aux médecins toute la documentation chimique et physique qui leur est nécessaire pour les mettre à même d'instituer un traitement rationnel. Chez nous, il est bien évident que, dans toute Station importante, il existe un ou plusieurs pharmaciens et parfois même des chimistes spécialisés qui peuvent donner des analyses complètes des liquides humoraux et fournir ensuite des renseignements précieux; mais cela ne suffit pas toujours, il est nécessaire que le médecin possède des renseignements physiologiques sur la circulation et la respiration, il est actuellement indispensable de pouvoir examiner les organes au moyen de la radioscopie ou de la radiographie. C'est le seul moyen de pouvoir se rendre compte de façon parfaite des troubles viscéraux dont le sujet est atteint. N'est-il pas naturel que dans les Stations de cure, où le but de la médecine est de s'emparer du malade pendant plusieurs semaines afin de rétablir sa santé dans les meilleures conditions, la Station soit pourvue des perfectionnements les plus modernes pour diriger le médecin dans son examen du malade?

En résumé, l'adaptation d'une cure hydro-minérale à un sujet quelconque exige de la part du médecin une étude approfondie de la maladie et du malade. Il doit puiser à toutes les sources

d'informations et ne jamais se décider d'après une indication isolée de l'ensemble.

En terminant ce chapitre, nous craignons que quelques-uns ne soient tentés de nous reprocher d'établir une certaine confusion dans la spécialisation des traitements hydro-minéraux. En effet, si l'on examine la liste des spécialisations telle que nous l'avons établie et si l'on fait la critique des arguments que nous avons apportés pour montrer comment telle eau peut être utilisée à des cas particuliers qui sortent un peu des indications convenues de cette eau, on pourra dire que nous venons justement d'établir la négation de la spécialisation. Nous croyons que ce n'est là qu'une apparence. En médecine, il n'y a rien d'absolu et nous sommes obligés, à chaque instant, de n'avoir en vue que le malade et non pas la maladie. Les traitements médicamenteux et les régimes sont, à tout instant, contradictoires si l'on a la prétention d'établir une thérapeutique idéale. Or, un malade ne représente jamais un type de convention, toute maladie intéresse par réaction des systèmes différents dans les séries de sujets que nous pouvons observer. Il nous est donc impossible de ne pas signaler la nécessité de tenir compte de ces réactions particulières.

Nous pensons qu'il serait totalement absurde de prétendre à spécialiser systématiquement la cure hydrominérale, de dire par exemple : à *Vichy*, tu ne traiteras que les maladies du foie. De dire aux obèses, tu n'iras te soigner qu'à *Brides* et aux nerveux, défense d'aller à une autre Station qu'à *Néris* ou *Lamalou*.

Si notre rapport aboutissait à de pareilles conclusions, il ne faudrait pas hésiter à nous considérer nous-mêmes comme des malades. La spécialisation n'est admissible qu'à une condition, c'est que la cure hydrominérale soit spéciale au malade lui-même, et par conséquent, quand nous conseillons de tenir compte des considérations accessoires dans la direction à donner à tel ou tel sujet, nous faisons de la spécialisation de la façon la plus rationnelle.

Si nous prétendions catégoriser de manière définitive et très limitée les applications de la cure de telle Station, nous accomplirions une œuvre stérile, tandis qu'en affirmant hautement la nécessité de tenir compte des indications fournies par le malade, qui sont susceptibles de changer beaucoup l'opinion du médecin sur l'opportunité de tel ou tel traitement, nous élargissons de façon très pratique la conception de la spécialisation de la cure.

N'oublions pas, en effet, que notre article est indiqué sous le titre suivant : « *Spécialisation de la Cure hydrominérale* », ce qui ne veut pas dire exclusivement spécialisation de telle ou telle Station.

Pour conclure, nous dirons donc, en considérant largement les résultats qui sont fournis par l'expérience : il est logique, il est pratique de considérer les eaux de certaines classes comme susceptibles de se spécialiser dans certaines affections et, par conséquent, chaque Station pourra recevoir de préférence une certaine catégorie de malades, mais ceci admis, il ne faudra pas pousser les choses à l'extrême et le sujet force le médecin à se rappeler que son devoir clinique est de tenir le plus grand compte des indications fournies par le malade lui-même, pour être à même de le diriger dans certains cas, sur certaines Stations qui seront capables d'exercer une action thérapeutique très utile sur tel ou tel syndrome qui donne à son affection une caractéristique spéciale.

La Diurèse envisagée au point de vue hydrominéral

Par P.-L. VIOLLE,

Chef de Laboratoire à l'Institut d'Hydrologie et de Climatologie.

Lorsqu'on dit d'une station hydrominérale que ses eaux sont diurétiques, on entend par là que ses eaux déterminent des modifications fonctionnelles de l'organisme telles que l'examen des urines montre, chez les malades soumis à leur action spéciale, une augmentation de l'élimination aqueuse rénale et un rétablissement vers la normale des différents rapports urologiques jusqu'alors troublés.

Ces modifications urinaires constituent un témoignage important de l'action thérapeutique de l'eau. On a coutume d'évaluer par elles le degré de son efficacité. En fait, cette action est plus complexe et ne se traduit pas uniquement par des modifications de la diurèse. Et, d'autre part, la diurèse est influencée par tant de facteurs qui, tous, ne sont pas pathologiques, que la juste interprétation des résultats analytiques est parfois difficile.

Quoi qu'il en soit, l'étude de la diurèse a permis les résultats les plus appréciables dans la recherche de l'action des eaux dites « diurétiques ». Aussi, sa connaissance demeure-t-elle indispensable si l'on veut comprendre les indications et les contre-indications de la cure et les grandes lignes qui régissent l'institution et la direction du traitement.

La cure de diurèse est caractérisée par :

a) Une augmentation de l'eau éliminée sur l'eau absorbée, c'est-à-dire une polyurie aqueuse.

b) Une augmentation de l'élimination globale des matières extractives de l'urine (extrait sec urinaire), c'est-à-dire une polyurie solide.

Etudier la diurèse, c'est étudier ces deux caractères.

Polyurie aqueuse.

Parmi les propriétés des eaux diurétiques, l'une des plus caractéristiques, celle qui fut mise la première en évidence, est leur action sur l'excrétion aqueuse urinaire.

Chez un individu normal, l'ingestion matinale d'eau, à doses répétées et uniformes, détermine une polyurie telle que, si le patient, ayant vidé complètement sa vessie avant de commencer le traitement, se présente régulièrement à l'urinal, la quantité d'urines éliminées atteindra dès la deuxième émission la quantité d'eau absorbée, la dépassera sensiblement à la troisième, augmentera considérablement à la quatrième, se maintiendra telle à la cinquième, pour baisser brusquement à la sixième, déterminant dans son ensemble une élimination d'un quart environ supérieure aux absorptions.

La diurèse de cure est ainsi un phénomène rapide qui cesse brusquement.

Mais, cette polyurie provoquée ne peut être obtenue que s'il y a rapide absorption par les voies digestives, rapide diffusion dans l'organisme et rapide élimination par les reins.

Si la polyurie aqueuse ne se fait pas, c'est donc qu'il existe soit un défaut dans l'absorption de l'eau, soit un retard dans sa diffusion à travers les organes, ou une gêne dans son élimination rénale. Chacun de ces trois facteurs doit être recherché.

1) *Troubles dans l'absorption de l'eau.*

MONSSEAUX (1) a montré que les eaux froides, peu minéralisées, non gazeuses, dites diurétiques, prises à jeun, séjournent très peu de temps dans l'estomac; leur évacuation ne demande en moyenne que 6 à 8 minutes pour une dose de 200 grammes; elle se fait par petits jets saccadés et sous une certaine pression. Le délai d'évacuation peut encore être réduit à 5 et même à 4 minutes par l'emploi d'eau déjà réchauffée à +20° ou à +30°, et par la répétition des doses à courts intervalles et pendant plusieurs jours consécutifs.

Si l'eau séjourne davantage dans l'estomac, c'est qu'il existe

(1) MONSSEAUX. — Recherches expérimentales sur l'évacuation gastrique de quelques eaux froides prises à jeun. Paris, 1910.

une gêne à son évacuation hors de la poche gastrique; la cause doit donc en être recherchée et mise en évidence.

Le retard d'absorption de l'eau peut aussi siéger au niveau de l'intestin. Le plus souvent cette opsiurie est alors causée par un degré plus ou moins prononcé d'hypertension portale. L'absorption de l'eau au niveau de la muqueuse intestinale est, en effet, commandée surtout par la tension portale.

C'est pourquoi, au point de vue physiologique, l'heure à laquelle est absorbée l'eau a une grosse importance. Il est généralement admis dans les stations hydrominérales diurétiques que, toutes choses égales d'ailleurs, chez un individu normal, l'eau bue à jeun s'élimine plus rapidement par les urines que l'eau prise au cours d'un repas.

De nombreuses recherches ont été entreprises pour mettre en évidence les variations horaires de l'excrétion urinaire. Mais toutes montrent beaucoup plus l'influence des boissons prises aux repas que l'influence de la digestion proprement dite. Seul, le Pr. Marcel LABBÉ (1), parce qu'envisageant la question d'un autre point de vue, avait mis en évidence que dans chaque période de deux heures, considérée aux distances des repas, le sujet en expérience rend plus d'urine qu'il n'a ingéré de boissons; qu'au contraire, dans les deux périodes de deux heures qui suivent le déjeuner et le dîner, il rend moins d'urine qu'il n'a ingéré de boisson.

VILLARET (2) estime que l'influence des repas sur l'élimination des liquides est au moins très variable suivant les cas, et que dans certains cas l'ingestion d'un repas semblerait plutôt augmenter le taux urinaire.

En soumettant les sujets à un régime constant de boissons pendant tout le cours de l'expérience, et les sujets étant placés dans des conditions toujours identiques, j'ai pu isoler l'influence de la digestion sur la diurèse. La chute de la diurèse après les repas est caractéristique. Alors qu'avant le repas de midi, la moyenne des éliminations est de 150 grammes par h., dans les conditions de l'expérience, elle tombe brusquement, pendant les quatre heures qui suivent le repas, à 45 grammes par h. Puis elle remonte à partir de la quatrième heure et atteint environ le niveau antérieur, pour redescendre après le repas de sept heures

(1) Marcel LABBÉ. — La diurèse par boissons. *Presse Médicale*, 26 juillet 1905.

(2) VILLARET. — *Thèse de Paris*, 1906.

exactement comme après le repas de midi. Ces expériences s'accordent parfaitement avec ce que nous savons de l'état de la tension portale après les repas. En effet, ROSAPALLY a montré que cette tension variait entre 7 et 14 mm Hg en dehors des digestions, et entre 16 et 24 mm Hg pendant la période digestive. Il y a donc du fait de la digestion une hypertension portale marquée, d'où opsiurie explicable. Cette opsiurie physiologique pourrait donc être dénommée « opsiurie digestive » (1).

Au point de vue pathologique, GILBERT et LEREBoullet, VIL-LARET, ont montré que les altérations hépatiques s'accompagnent précocement d'opsiurie par suite de l'hypertension portale liée à la gêne circulatoire intra-hépatique. L'étude du rythme de la diurèse provoquée par la cure de boisson constitue donc un véritable procédé d'exploration clinique des perméabilités aussi bien hépatique que rénale. COTTET (2) a noté que, même en plaçant les sujets dans les conditions les plus favorables, la cure de diurèse peut être très défectueuse et donner lieu à des types urinaires, qu'en schématisant, on peut ramener à trois :

- a) La polyurie momentanée n'est que retardée, mais elle tranche encore sur le fond de la diurèse des 24 heures.
- b) La polyurie manque complètement et le rythme urinaire du nyctémère ne semble pas modifié par l'ingestion d'eau.
- c) La polyurie est nocturne et la cure ne fait qu'exagérer la nycturie qui existait auparavant.

2) Troubles de la diffusion de l'eau dans l'organisme.

Les troubles de la diffusion de l'eau dans l'organisme dépendent de trois conditions :

a) Certaines altérations des humeurs : par suite de l'accumulation de molécules dissoutes en quantités anormales dans les milieux humoraux, il se produit une rétention d'eau proportionnelle au degré de dilution normale de ces substances dans l'organisme. Le chlorure de sodium est l'agent le plus fréquemment observé de ces états hydropiques.

b) Certaines altérations des tissus : par suite de leur imperméabilité plus ou moins prononcée les membranes peuvent s'opposer au passage normal de l'eau.

(1) P.-L. VIOLIE. — *Société de Biologie*, 10 décembre 1921.

(2) COTTET. — *Considérations cliniques sur la cure de diurèse à Evian. Revue de Médecine*, 1905.

c) Les troubles circulatoires : de ces divers troubles ce sont les plus importants, car ce sont les plus fréquemment observés et, d'autre part, ils affectent non seulement la répartition de l'eau dans l'organisme, mais, en ralentissant la circulation propre du rein, ils diminuent encore le débit de l'eau excrétée.

3) Troubles dans l'élimination normale de l'eau.

Il est parfois difficile de rapporter à leur véritable cause les troubles de l'élimination de l'eau et, en particulier, de faire la part de ce qui revient à la diminution du pouvoir sécrétoire rénal de ce qui ressortit à la circulation défectueuse de l'eau dans l'organisme.

L'influence de la station sur l'élimination urinaire peut permettre de reconnaître jusqu'à quel point les troubles notés sont sous la dépendance de l'un ou l'autre de ces deux facteurs.

Normalement, le mode de station n'a que peu d'influence sur la diurèse.

Au contraire, dans certains cas pathologiques, l'orthostatisme diminue considérablement la diurèse.

Cette oligurie orthostatique, comme l'ont nommée LINOSSIER et LEMOINE (1), semble bien aujourd'hui être le fait des sujets chez lesquels il existe des troubles de l'hydraulique circulatoire. Aussi, l'action diurétique du clinostatisme s'observe-t-elle plus particulièrement chez les individus dont le pouvoir sécrétoire rénal est normal et la circulation de l'eau dans l'organisme est défectueuse. L'épreuve de la diurèse provoquée, pratiquée successivement en clinostatisme et en orthostatisme, selon les règles bien établies par COTTET (2), peut ainsi permettre de rapporter à leur véritable cause les troubles de l'élimination aqueuse.

Si l'épreuve est positive, c'est-à-dire s'il y a un grand écart entre les diurèses clinostatique et orthostatique, le pouvoir sécrétoire du rein est bon, mais il existe quelque trouble de la circulation de l'eau que l'examen clinique mettra en évidence. C'est même là un bon procédé, comme l'a remarqué MERKLEN, pour dépister l'insuffisance cardiaque, où, comme l'ont montré JOSUÉ et PARTURIER (3), pour distinguer dans les états cardio-

(1) LINOSSIER et LEMOINE. — *Société de Biologie*, 1903.

(2) COTTET. — L'épreuve de la diurèse provoquée par ingestion d'eau et les lois de l'élimination urinaire. *Journal médical français*, 1922.

(3) JOSUÉ et PARTURIER. — *Les Cardio-rénaux*. Paris, 1921.

rénaux ce qui revient au rein de ce qui revient au cœur (oligurie par insuffisance cardiaque dans les rétentions azotées ou hydrochlorurées).

Si l'épreuve est négative, c'est-à-dire si le mode de station ne modifie pas la diurèse, ou celle-ci est normale ou elle est anormale. Dans le cas où elle serait anormale, la cause en serait alors dans la diminution du pouvoir sécrétoire rénal.

Polyurie solide.

Au point de vue de la diurèse solide, les eaux diurétiques agissent plus particulièrement sur deux organes : le foie et le rein.

Or, ce sont précisément les troubles de ces deux organes qui sont à la base même des affections habituellement soignées dans les stations hydrominérales diurétiques. Les rapports urologiques qui s'étaient trouvés modifiés, soit par suite de l'insuffisance fonctionnelle du foie, soit par suite de l'insuffisance fonctionnelle rénale, tendent ainsi vers leur rétablissement.

a) Action sur le rein.

La sécrétion urinaire est un acte de concentration. La diminution du pouvoir sécrétoire rénal se traduit donc par une diminution de la concentration de certains éléments urinaires. Les eaux minérales diurétiques en agissant sur le rein tendent au contraire à ramener vers la normale ce pouvoir de concentration. Au moyen de l'épreuve de la synthèse hippurique (1), synthèse essentiellement rénale, j'ai mis en évidence expérimentalement l'action des eaux diurétiques sur l'épithélium rénal. Après absorption de 50 centigr. d'acide benzoïque et 50 centigr. de glycocolle, toutes choses égales d'ailleurs, les éliminations moyennes d'acide hippurique par vingt-quatre heures furent :

Sans eau de Vittel : 1 gr. 32;

Avec eau de Vittel : 2 gr. 37.

Sans vouloir donner d'explication de cette action véritablement élective de l'eau de Vittel (Grande Source), eau sulfatée calcique, sur l'épithélium rénal, nous ferons remarquer que les acides, au contraire, comme l'ont montré le Pr. DESGREZ et ADLER (2), diminuent l'activité de la fonction rénale, dans cer-

(1) P.-L. VIOLE. — L'épreuve de la synthèse hippurique. *Soc. de Biol. C. R.*, 26 juillet 1919.

(2) DESGREZ et ADLER. — *C. R. Ac. des Sciences*, 16 novembre 1903.

REN... Jean, Salle Royer, N° 22 (Service du Pr Labbé). Néphrite chronique hydropigène.

URINES	NaCl g/100
65	1.53
65	1.53
45	1.71
50	1.53
65	1.63
45	1.63
35	1.53
45	1.52
25	1.58
440	1.74

URINES	NaCl g/100
35	1.87
50	1.90
85	1.90
75	1.87
65	1.81
50	1.87
65	1.87
55	1.87
65	1.87
545	1.80

URINES	NaCl g/100
35	1.69
100	1.69
90	1.69
70	1.75
76	1.80
70	1.69
65	1.63
40	1.57
40	1.69
580	1.80

URINES	NaCl g/100
35	1.40
55	1.46
60	1.46
70	1.64
90	1.57
85	1.40
35	1.46
60	1.40
60	1.47
550	1.61

HEURES	H ² O	URINES	NaCl g/100
5	100	65	1.34
5 1/2	100	85	1.40
6	100	65	1.34
6 1/2	100	60	1.34
7	100	60	1.34
7 1/2		55	1.34
8		50	
8 1/2		45	
9		40	
		525	1.35

Ecartis d'élimination : 0,06

31 janvier

URINES	NaCl g/100
70	3.10
75	3.15
50	3.10
75	3.04
75	2.98
40	3.04
70	3.04
45	3.04
60	3.06
560	3.15

30 janvier

URINES	NaCl g/100
55	2.57
60	2.57
40	2.69
40	2.57
65	2.51
40	2.45
40	2.45
55	2.51
40	2.54
435	2.69

28 janvier

URINES	NaCl g/100
70	2.63
70	2.57
100	2.57
80	2.51
75	2.57
60	2.51
70	2.46
50	2.46
45	2.53
620	2.63

27 janvier

URINES	NaCl g/100
65	2.16
40	1.99
100	2.16
70	2.16
85	2.16
85	1.99
65	1.99
60	1.93
35	2.07
605	2.16

HEURES	H ² O
5	100
5 1/2	100
6	100
6 1/2	100
7	
7 1/2	
8	
8 1/2	
9	

Ecartis d'élimination : 0,23

2.69
2.45
0.24

2.63
2.46
0.17

3.15
2.98
0.17

Prév., Ernest, Salle Royer N° 31 (Service du Prof^r Marcel Labbé). Néphrite aigue, hydropigène et hématurique.

28 Janvier 1922

HEURES	H ² O
5	100
5 1/2	100
6	100
6 1/2	100
7	71/2
8	8
8 1/2	9

URINES	NaCl 0/00	POIDS	URINES des 24 h.	NaCl des 24 h.
35	6.72	51.800	2705	10.10
40	6.84			
45	6.78			
45	6.84			
35	6.84			
30	6.90			
35	6.96			
45	7.31			
30				
340	6.31			

Ecart d'élimination :
7.31
6.72
0.59

30 Janvier 1922

URINES	NaCl 0/00	POIDS	URINES des 24 h.	NaCl des 24 h.
30	7.89	51.500	2705	18.19
30	8.07			
30	6.61			
15	6.77			
20	6.61			
35	6.14			
55	6.66			
75	7.07			
65	7.31			
355	7			

Ecart d'élimination :
8.07
6.14
1.93

31 Janvier 1922

URINES	NaCl 0/00	POIDS	URINES des 24 h.	NaCl des 24 h.
30	6.49	51.500	2560	12.72
25	6.61			
20	5.73			
25	6.25			
30	5.55			
40	4.97			
55	5.26			
95	5.55			
90	4.72			
410	5.68			

Ecart d'élimination :
6.61
4.72
1.89

2 Février 1922

URINES	NaCl 0/00	POIDS	URINES des 24 h.	NaCl des 24 h.
45	7.60	50.100	2555	15.35
25	8.36			
15	7.60			
35	7.07			
40	7.13			
55	7.19			
55	6.55			
70	7.02			
65	7.54			
405	7.34			

Ecart d'élimination :
8.36
6.55
1.81

3 Février 1922

URINES	NaCl 0/00	POIDS	URINES des 24 h.	NaCl des 24 h.
45	8.07	48.600	2420	16.29
15	7.48			
30	6.84			
40	6.07			
50	6.31			
70	6.12			
100	6.37			
80	7.07			
20	7.42			
450	6.86			

Ecart d'élimination :
8.07
6.07
2.00

4 Février 1922

URINES	NaCl 0/00	POIDS	URINES des 24 h.	NaCl des 24 h.
30	7.60	48.200	2833	15.24
40	7.42			
40	5.85			
55	4.68			
95	2.51			
55	3.80			
77	3.74			
43	4.33			
78	4.27			
513	4.91			

Ecart d'élimination :
7.60
2.51
5.09

taines de ses manifestations, telle que son pouvoir de production d'acide hippurique par synthèse du glyocolle et de l'acide benzoïque.

On conçoit donc que sous l'influence des eaux diurétiques il se produise une élimination plus grande des produits urinaires, une polyurie solide. Mais, à ce point de vue, je crois pouvoir proposer la division de ces différentes substances en deux catégories :

a) Les corps à éliminations par diffusion, parmi lesquels nous citerons plus particulièrement l'alcool, l'ammoniaque et les corps acétoniques; et que caractérise ce fait, de première importance au point de vue hydrominéral, qu'ils sont toujours au même taux dans l'urine et dans le sang, même si l'état rénal est modifié, ou qu'une polyurie provoquée augmente brusquement la quantité d'urines émises.

b) Les corps à éliminations par sécrétion, parmi lesquels nous rangerons NaCl et autres sels, l'urée, l'ac. urique et le glucose.

Les premiers peuvent être entraînés immédiatement par le flot lixiviant qui traverse l'organisme; les deuxièmes seront éliminés différemment suivant qu'ils possèdent un seuil d'excrétion, comme NaCl et le glucose, ou n'en possèdent pas, comme l'urée et l'acide urique. Substances sans seuil, elles seront éliminées, comme l'a montré AMBARD (1), en fonction de leur taux dans le sang, mais uniquement d'après l'état du pouvoir sécrétoire rénal. Substances avec seuil, leurs éliminations seront non seulement sous la dépendance de l'état du pouvoir sécrétoire rénal, mais du degré d'abaissement ou d'élévation de leur seuil qui, en dernier ressort, gradue la possibilité de leur passage à travers le rein. Or le jeu des seuils d'excrétion serait surtout commandé par des facteurs extra-rénaux. Les seuils sont des régulateurs des substances indispensables à l'organisme : suivant les besoins, les seuils montent ou descendent. Pathologiquement, ils peuvent être troublés dans leur mécanisme.

Il est évident qu'au point de vue de la direction de la cure on se trouve ainsi en présence de deux catégories bien différentes de sujets :

La première catégorie serait représentée par ces malades pour lesquels, selon la formule consacrée, une cure de lavage est

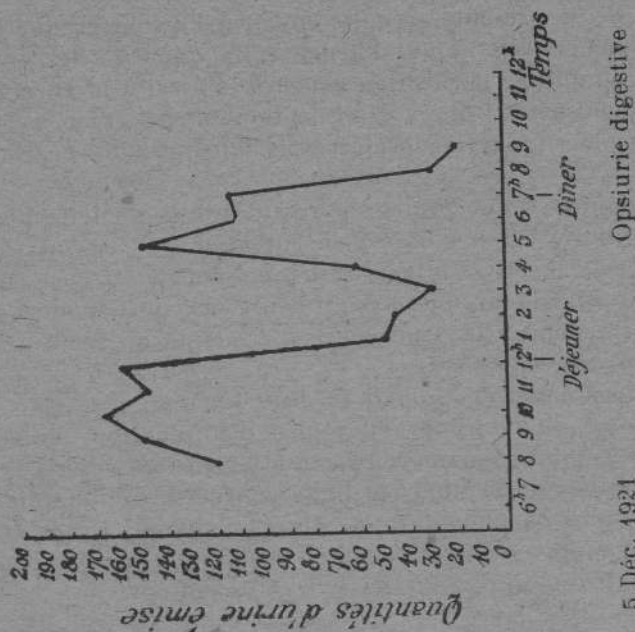
(1) L. AMBARD. — Physiologie normale et pathologique des reins, 2^e édition. Masson, 1920.

nécessaire. Il en est ainsi, par exemple, des intoxiqués, aigus ou chroniques, des graveleux, de certains infectés urinaires. Dans ces cas on pourrait, peut-être, parler encore d'une action mécanique de l'eau, mais nous verrons qu'en fait cette action est plus complexe et s'accompagne de modifications importantes du métabolisme hépatique. De telle sorte qu'en fin de compte, il y a élimination des substances produites anormalement et diminution de cette production anormale.

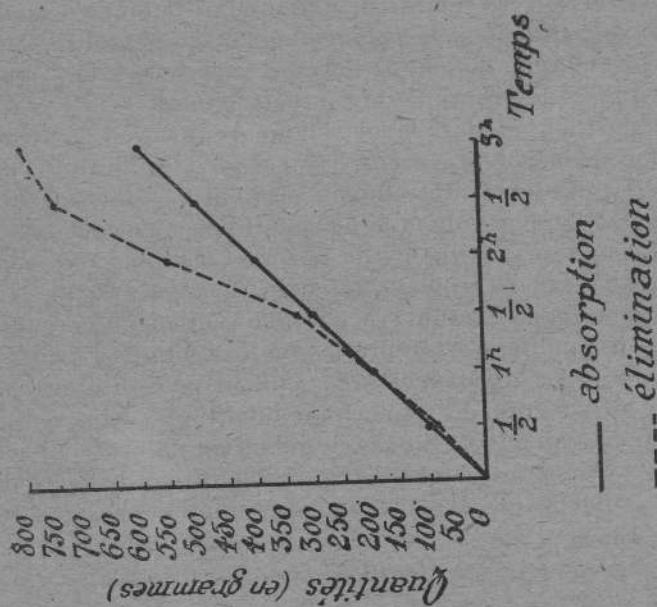
La deuxième catégorie serait représentée par ces malades à insuffisante dépuration urinaire, sous l'influence de causes variées, pour lesquels l'apparition de la diurèse de cure constitue, avec ses deux caractères de polyurie aqueuse et de polyurie solide, le but essentiel du traitement. Chez ces malades, la cure de diurèse est parfois longue et délicate, mais elle peut être excellente si la perméabilité rénale permet à la diurèse de se faire. Tout ici dépend de la perméabilité rénale. Le rein est plus ou moins fermé, mais il est aussi plus ou moins ouvert. Il faut profiter de toute cette ouverture pour provoquer un maximum de diurèse. Plus le rapport de l'eau absorbée à l'eau éliminée sera grand, meilleur sera le résultat. Mais, vue la présence dans ces cas, d'un certain nombre de facteurs très importants, tels que la fragilité du parenchyme rénal, l'hypertension artérielle, l'état du myocarde, etc., il est nécessaire de connaître avec une très grande précision, à chaque instant de la cure, la réponse rénale. C'est pourquoi, une fois le rythme urinaire des 24 heures connu, le rythme urinaire nyctéméral bien dissocié, et les conditions du traitement établies, il faut suivre les éliminations, provoquées par le traitement proprement dit, avec la plus grande précision. Dans ce but, j'ai proposé d'établir un diagramme des absorptions et des éliminations. Toutes deux seraient notées à des espaces de temps réguliers, aussi rapprochés que possible, afin d'avoir leur rapport exact pendant toute la durée du traitement quotidien. Or, pathologiquement, ce rapport est variable, non seulement d'un individu à l'autre, mais, chez un même individu, d'un jour à l'autre. *Il existe à chaque moment du traitement une dose minima d'eau capable d'élimination maxima.* C'est cette dose qu'il faut rechercher et atteindre.

Afin de dresser ces graphiques, j'ordonne au patient, à jeun depuis la veille au soir, de vider sa vessie, immédiatement avant de commencer chaque matin (si le traitement est matinal) son traitement, puis, à partir de ce moment, qu'il ait envie ou non

COURBE N° II



COURBE N° I



Sujet normal : Eliminations après absorption de 600 gr. d'eau
(100 gr. par 1/2 heure)

d'uriner, de se présenter régulièrement à l'urinal gradué toutes les demi-heures, en notant l'heure et la quantité des éliminations, de ne quitter la position couchée (s'il est à la cure au lit) qu'une demi-heure après l'absorption du dernier verre et d'émettre alors, pour la dernière fois, l'urine dans l'éprouvette graduée.

Les graphiques que j'en dresse sont tracés de telle manière que la quantité d'eau éliminée, à supposer qu'elle soit égale à celle de l'eau absorbée, s'inscrirait précisément au même point, c'est-à-dire que la première demi-heure marquée pour l'élimination correspond à la demi-heure précédente où a été prise la dose d'eau correspondante.

Ainsi, du premier coup d'œil, on peut juger :

- a) Du plus ou moins grand retard d'élimination, en voyant la plus ou moins grande courbe que forme au-dessous de la ligne droite des absorptions la ligne courbe des éliminations.
- b) De la plus ou moins grande diurèse obtenue, par la courbe de plus ou moins grand rayon que forme la ligne des éliminations au-dessus de la ligne droite des absorptions.

De cette façon il est aisé d'estimer les progrès accomplis par le rein dans son travail d'élimination aqueuse. Dans les cas favorables, on voit les retards d'élimination diminuer de jour en jour, puis disparaître, et la polyurie aqueuse apparaître, c'est-à-dire les éliminations aqueuses devenir supérieures aux absorptions, ce qui est le propre de la diurèse de cure.

De l'apparition de la polyurie aqueuse peut-on conclure à l'apparition de la polyurie sèche ? Oui, dans la majorité des cas. Toutefois, si les eaux diurétiques excitent l'épithélium rénal, elles n'augmentent pas dans des proportions identiques l'élimination de tous les constituants de l'urine. Comme le font remarquer, de leurs expériences sur le chien, LAMY et MAYER (1905) les diurétiques aqueux font varier non seulement la quantité mais aussi la qualité, c'est-à-dire la composition, de l'urine.

La rétention des substances avec seuil ne peut diminuer sous l'influence de la cure de diurèse qu'autant que leur seuil est abaissé par le traitement. En cas de rétention chlorurée, l'action des eaux est évidemment variable avec la nature et le degré de la cause qui la détermine. Par des analyses quotidiennes (1), répé-

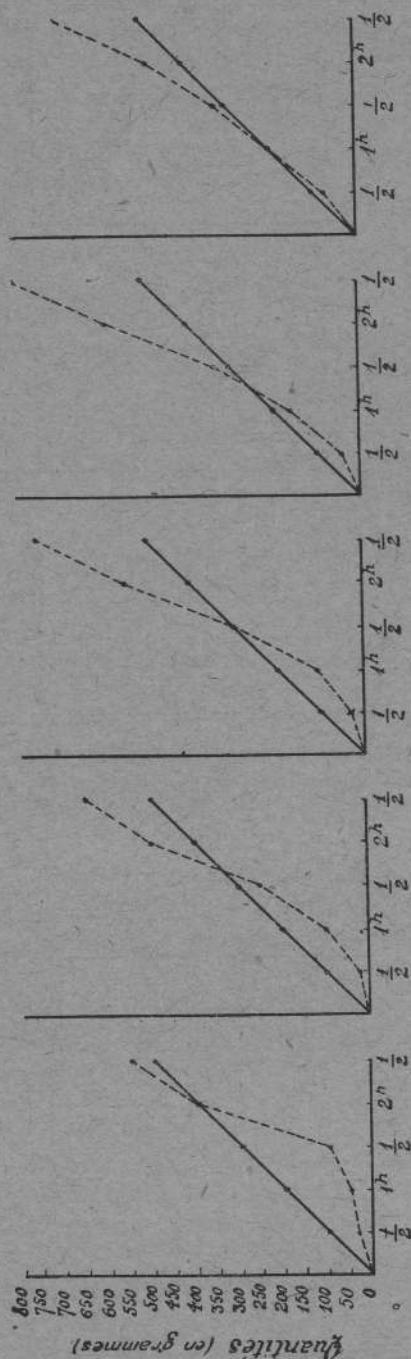
(1) P.-L. VIOLE. — *Société de Biologie*, 18 février 1922.

COURBE N° III

M^{me} F. -- Néphrite chronique urémigène hypertensive.

Arrivée à Vittel le 16 Août 1921.

Cure couchée.
Partie le 8 Septembre.



Temps

18 Août
500 gr. d'eau par 50 gr. ions
les 1/4 d'h.
T.A. : Mx=47. Mn=40.5.
Pas d'albunine.
Urée dans le sang = 0.75.
Légère rétention chlorurée.

22 Août
Idem
T.A. : Mx=46 1/2. Mn=40.

4^e Septembre
500 gr. d'eau par 100 gr.
toutes les 1/2 h.
T.A. : Mx=45. Mn=40.

5 Septembre
Idem.
T.A. : Mx=44.5. Mn=40.

7 Septembre
Idem.
T.A. : Mx=44. Mn=41/2.

COURBE N° IV

M. A. — Diabète sans dénutrition, Acidose, Hyperglycémie, 35 gr. de sucre dans les urines.

Anémie (entre 7 et 11 % d'Hémoglobine).

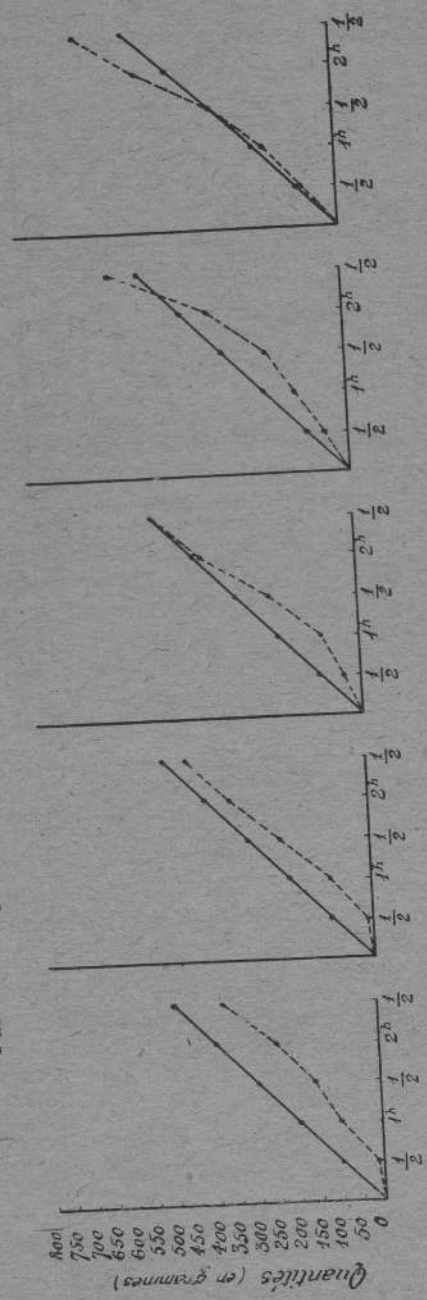
Légère hypertension artérielle, Insuffisance des éliminations rénales.

Arrivé à Vittel le 19 Août 1921 : Sucre = 30 gr. par 24 h. Acidose +

Sucre = 11 gr. par 24 h. Acidose —

Cure couchée.

Parti le 9 Septembre :



Temps

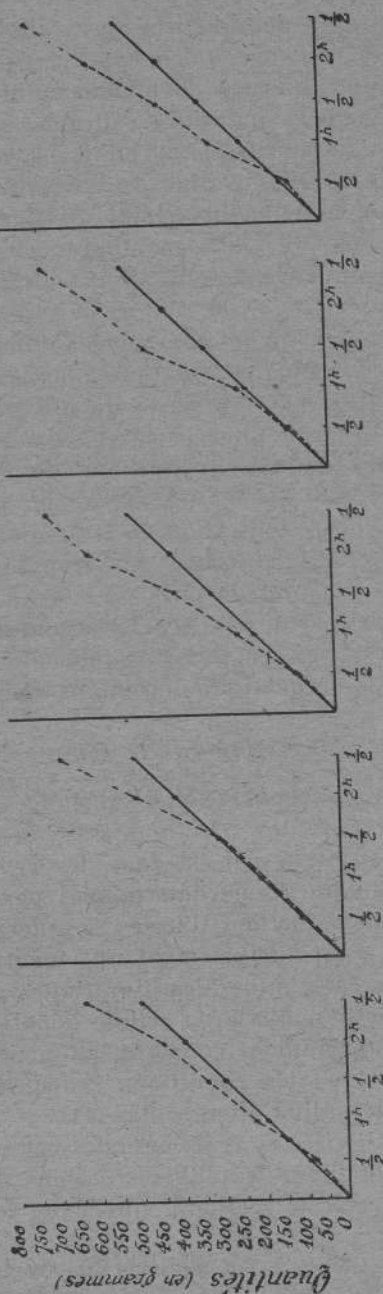
19 Août
20 Août
21 Août
22 Août
23 Août

Idem.
Idem.
Idem.
Idem.
Idem.

19 Août:
500 gr. d'eau par 50 gr. tous
les 4 d'heures.
T. A.: Mx = 14.5. Mo = 9.
Reaction de Gerhardt: +.
Sucre: 35 gr. par 24 h.

COURBE N^o IV (Suite).

M. A.



Temps

4 Septembre
500 gr. d'eau par 50 gr.
tous les 1/4 d'heure.
T.A. : Mx = 14, Mn = 9.
Réaction de Gerhardt = —.
Sucre : 44 gr. par 24 h.

1. em.

5 Septembre

Idem.

6 Septembre

Idem.

8 Septembre

Idem.

9 Septembre

tées de demi-heure en demi-heure, après absorptions régulières d'eau, j'ai mis en évidence qu'en cas de néphrite hydropigène avec grosse rétention chlorurée (le malade étant au régime déchloruré), quelle que soit la quantité d'eau absorbée et éliminée, les reins ne peuvent laisser passer, au point de vue de l'élimination chlorurée, qu'une solution saline de concentration absolument fixe, concentration maxima invariable au cours de l'expérience de chaque jour, mais variable, en plus ou en moins, d'un jour à l'autre, suivant qu'il y a amélioration ou aggravation de l'état rénal. Ce n'est que lorsque le rein redevient franchement perméable aux chlorures qu'on commence à observer des écarts dans le taux chloruré des éliminations successives journalières. Cette apparition des écarts précède de plusieurs jours l'élimination normale de l'eau. Chez le sujet sain, les écarts sont de plusieurs grammes dans les conditions de l'expérience. Cette méthode de recherche permet un pronostic; elle permet aussi l'indication ou la contre-indication du traitement hydrominéral :

a) Tant que le taux chloruré des éliminations successives journalières reste constant, la cure ne saurait être prescrite.

b) Lorsqu'apparaissent des écarts accentués dans le taux chloruré des éliminations successives journalières, la cure peut être envisagée, dans un délai plus ou moins éloigné.

b) Action sur le foie.

Les troubles du métabolisme des substances protéiques sont à la base de la plupart des affections traitées dans les stations hydrominérales diurétiques. Il est donc de première importance de connaître les modifications déterminées par les eaux diurétiques sur ce métabolisme dont l'urée est le terme ultime.

Or, l'uréogénèse est principalement une fonction du foie. Jusqu'à quel point les eaux minérales diurétiques augmentent-elles donc la valeur fonctionnelle de la cellule hépatique ?

Par un régime absolument constant, suivi pendant 25 jours, je me suis placé dans les conditions indispensables à toutes recherches sur la désassimilation azotée (1).

L'expérience fut divisée en trois périodes : pré cure, cure, post-cure. La pré cure donnant les chiffres étalons des éliminations que normalement, avec le régime défini, émet le sujet en expé-

(1) P.-L. VIOLE. — Sur le métabolisme hépatique des substances protéiques au cours de la cure de diurèse. *Académie de Médecine*, 1914.

rience; la cure fournissant les résultats immédiats de l'action diurétique; la postcure montrant quelle peut être la durée des effets déterminés, alors que l'action hydrique a été suspendue.

De ces recherches il est résulté que les eaux diurétiques (type Vittel) :

a) Favorisent l'élimination de l'acide urique et diminuent la production de l'acide urique endogène.

b) Augmentent le rapport azoturique, c'est-à-dire déterminent la transformation en urée d'une plus grande quantité de l'azote total.

c) Diminuent considérablement la quantité des acides aminés, terme très imparfait de la désintégration des protéiques, par conséquent concourent à produire un métabolisme plus parfait de ces substances protéiques.

d) Déterminent une oxydation meilleure des déchets sulfurés, d'où augmentation du soufre acide et diminution du rapport du soufre neutre au soufre total.

On voit par cette étude très schématique de la diurèse provoquée par la cure hydrominérale diurétique, combien insuffisante était cette expression banale de « lavage de l'organisme », par laquelle on avait coutume de définir l'action de ces eaux, combien également nous sommes loin de cette seule « action mécanique » qu'on leur accordait. Et encore, avons-nous passé sous silence, parce qu'insuffisamment étudiée, l'action que les eaux diurétiques peuvent avoir sur les éliminations minérales. L'antagonisme des substances minérales les unes pour les autres, entraînant déplacements et éliminations, tel qu'il résulte des expériences de Bunge, de Blum, de Gérard, permettrait de comprendre l'action multiple des eaux minérales, milieu salin complexe, sur les différents éléments minéraux de l'organisme. On pourrait même envisager la possibilité de puissances diurétiques électives de certaines eaux pour telles ou telles substances minérales dans l'organisme, d'après la composition plus particulièrement riche de ces eaux en certains principes minéraux.

(Laboratoire du Prof. DESGREZ.)

REVUE GÉNÉRALE

Hydrologie Générale⁽¹⁾

Par G. BARDET.

I. — Généralités

L'Hydrologie générale embrasse toutes les notions qui peuvent se rapporter à l'étude des différentes classes d'eaux minérales. Elle n'envisage donc pas telle ou telle station, mais uniquement les caractères des eaux, tant au point de vue de leur composition et de leurs propriétés, qu'à celui des phénomènes qu'elles peuvent provoquer lorsqu'on en fait usage, et des indications qu'on en peut tirer pour l'application à la thérapeutique des diverses maladies. Il ne suffira pas d'étudier les sources elles-mêmes, il faudra encore connaître leurs origines, les conditions géologiques dans lesquelles elles sont produites, par conséquent des notions d'hydro-géologie peuvent être considérées comme très utiles. De même il est nécessaire de rattacher à l'hydrologie générale l'organisation des établissements et l'étude des différents procédés d'application qui peuvent être utilisés en donnant la description de tout le matériel balnéaire que l'on rencontre dans ces établissements.

Enfin, si la description des stations appartient en réalité à un traité complet d'hydrologie, et non pas à un simple précis d'hydrologie générale, il n'en est pas moins vrai qu'après avoir fait l'étude scientifique des eaux, il est logique d'énumérer les sta-

(1) Les pages qui suivent représentent la matière de l'enseignement scientifique destiné aux futurs médecins des stations hydro-minérales et climatiques (premier trimestre 1923).

tions qui possèdent les sources que l'on vient d'étudier et d'en donner le dispositif géographique par région, de manière à compléter efficacement le tableau descriptif des sources elles-mêmes. C'est ce que nous allons être amenés à faire dans la rédaction des pages qui suivent.

Après avoir défini l'eau minérale, dans un premier chapitre, nous fournirons des notions de géologie de manière à éclaircir la question de l'origine des eaux minérales. Assurément un médecin ne pensera jamais à devenir un géologue, à moins qu'une aptitude particulière ne le dirige vers ces études, mais dans ce genre il cessera de demeurer médecin. Celui-ci ne peut pas être un savant, par conséquent on ne pourra jamais exiger de lui une connaissance approfondie de la nature des terrains dans lesquels les sources, qu'il est appelé à utiliser, prennent naissance, mais il est tout au moins nécessaire qu'il ait présent à l'esprit les connaissances élémentaires qui lui permettront de se rendre compte des phénomènes si intéressants de la production des eaux minérales. Ces connaissances sont d'ailleurs très élémentaires et, dans les considérations qui vont suivre, nous nous garderons bien d'aborder le détail de la formation des terrains, nous contentant d'esquisser à grands traits les grandes lignes de l'orogénie, dans ses rapports avec l'établissement des grandes failles qui donnent naissance aux courants souterrains qui amènent les eaux minérales à la surface, après avoir, dans les temps préhistoriques, servi de chemin aux matières en ignition qui ont formé les terrains éruptifs ou volcaniques rencontrés si fréquemment dans notre pays.

Si le médecin n'a pas besoin d'être un géologue consommé, quand il exerce dans une station hydro-minérale, il n'a pas davantage besoin d'être physicien, ou chimiste. On ne lui demande pas d'être un botaniste sous le prétexte qu'il est appelé à employer, au cours de sa profession, des plantes médicinales, on se contente de lui donner des notions de pharmacologie très élémentaires. Au même titre, le médecin hydrologue est obligé de connaître, dans les grandes lignes, les propriétés physiques et chimiques de l'eau qu'il est destiné à utiliser. Ce sont ces propriétés qui donnent aux eaux de nos sources leurs caractères thérapeutiques, et par conséquent le médecin qui les utilise a le devoir de les connaître sous peine d'être au-dessous de son rôle. Ce que j'avance est un véritable truisme, il est cependant nécessaire de le produire, car depuis un certain temps. — et proba-

blement en raison de l'agrandissement énorme subi par les programmes, — le médecin moderne est loin de posséder les notions scientifiques qui ornaient l'esprit et la mémoire de ses aînés. Cette observation s'applique particulièrement aux médecins français. En effet, dans notre pays, depuis environ un demi-siècle, on a singulièrement développé le côté clinique de l'enseignement, et on lui a donné une telle prédominance que toutes les autres parties de nos programmes ont été peu à peu amoindries dans des conditions qui commencent à être déplorables. Nous sommes à une époque de spécialisation à outrance, et très rares deviennent les hommes qui possèdent des connaissances encyclopédiques. On avance souvent que la cause de ce fait se trouve dans l'impossibilité où est l'homme d'encombrer son cerveau d'une foule de détails. Je crois que c'est là une mauvaise excuse, la vérité est que nous devenons peu à peu ignorants, parce que les méthodes qui président à notre éducation secondaire sont mauvaises, de sorte que nous arrivons à l'enseignement supérieur avec une préparation insuffisante.

Les programmes ont été bouleversés périodiquement et établis de telle manière qu'ils ne peuvent pas être exécutés, alors les professeurs en prennent à leur aise et il n'y a plus de contrôle. D'ailleurs les observations que je présente ici ne doivent pas s'appliquer uniquement à la médecine. Notre art a participé pour sa bonne part aux défauts de l'éducation moderne, mais celle que reçoivent les physiciens, les chimistes, ou les naturalistes dans les Facultés des Sciences, n'est pas beaucoup meilleure, et là aussi il faut constater des lacunes et un manque de coordination qui sont des vices très fâcheux dans l'enseignement des jeunes générations.

On ne deviendra un bon médecin hydrologue que si l'on se résoud à acquérir sérieusement des notions scientifiques qui permettent de bien connaître les médicaments en général. On conviendra qu'il serait parfaitement inutile d'adresser des malades à des spécialistes de nos stations, si les médecins qui y exercent n'étaient pas de véritables spécialistes, c'est-à-dire des personnes spécialement instruites sur les propriétés et les avantages du médicament qu'ils sont appelés à utiliser. Aussi, j'ai cru nécessaire de donner une importance plus grande que cela n'a été fait jusqu'ici à l'exposition des notions de physique et de chimie qui sont indispensables pour la connaissance efficace des eaux minérales. Je me suis attaché à être extrêmement

simple, car je me rends parfaitement compte que le médecin n'a pas besoin de posséder autre chose que des notions précises, et par conséquent je me garde bien d'entrer dans le détail : je me tiens dans une direction très générale et j'ai bien soin de ne pas aborder le côté mathématique dans mon exposé. J'ai donc la certitude de rester sur le terrain de pure vulgarisation et, par conséquent, tout ce que j'expose peut être lu par toute personne instruite, et les notions déjà acquises par le médecin au cours de ses années d'études pour le doctorat lui permettent largement d'aborder les questions que je suis obligé d'exposer. C'est par conséquent seulement aux médecins que s'adressent les chapitres qui suivent et non pas à des chimistes ou à des ingénieurs.

Tous les renseignements que je fournis sur les sources, et sur les eaux, sont d'ordre général, et seraient insuffisants pour l'ingénieur qui voudrait se mettre à même d'étudier d'une manière approfondie l'origine des sources, leur écoulement, et les captages qu'elles peuvent subir. Pour cet ordre de lecteurs, je suis obligé de renvoyer à des ouvrages plus scientifiques, et entre autres au beau traité des Eaux minérales, qui a été publié par M. DE LAUNAY pour les élèves de l'Ecole de Mines. Le lecteur y trouvera des développements dans lesquels il m'est impossible d'entrer.

II. -- Définition de l'Eau minérale

A première vue, il semblerait que rien ne doive être plus facile que de donner une définition scientifique d'une eau minérale. En effet, le nom même indique que ce liquide doit représenter une solution de minéraux, c'est-à-dire de substances solides qui, suivant leurs qualités, donnent à cette solution des propriétés pharmaco-dynamiques spéciales. Quand il s'agit d'une eau richement minéralisée, comme celle de la Bourboule, ou des sources de Vichy, rien de plus facile que de déterminer la qualité vraiment médicinale de l'eau. En effet, les eaux des sources de Vichy renferment de 5 à 6 grammes de minéralisation totale, laquelle est constituée par 80 à 85 % de bicarbonate de soude, les 15 ou 20 % restant représentant un mélange peu important de sels alcalins ou terreux, et une quantité infime de métaux lourds. A la Bourboule, l'eau contient à peu près la même quantité de sels dont 50 % de bicarbonate alcalin, et autant de chlorure de sodium, et de plus une quantité médicalement impor-

tante d'arsenic. Etant connue l'activité thérapeutique du bicarbonate alcalin, d'une part, et de l'arsenic d'autre part, il n'est pas douteux que les eaux de cette nature doivent présenter une valeur thérapeutique des plus sérieuses. S'il s'agit des eaux sulfurées, la minéralisation totale est très faible, ainsi les eaux sulfurées sodiques des Pyrénées ne renferment généralement pas plus de 30 à 35 centigrammes de matières minérales, mais le principe actif est le sulfure de sodium, substance médicalement très active et dont la très faible quantité qui existe dans l'eau suffit à lui donner des propriétés médicamenteuses très sérieuses.

Ces cas ne prêtent par conséquent pas à la discussion, les eaux sont franchement minérales et douées d'une action nette et facile à mettre en évidence. Il en est tout autrement quand il s'agit de qualifier les eaux de certaines sources. Dans beaucoup de cas, il est spécieux d'établir une séparation nette entre l'eau ordinaire et une eau capable d'être employée à certaines cures. On sait que les eaux alimentaires, celles des sources banales ou des fleuves, qui sont utilisées par l'homme comme boisson, renferment toujours une certaine quantité de sels ; l'eau pure, c'est-à-dire l'eau distillée ou l'eau de pluie, doit être considérée comme une eau malsaine. Pour remplir les conditions hygiéniques exigibles d'une eau alimentaire, toute eau doit contenir de 30 à 50 centigrammes d'un mélange de chlorure et sulfate alcalins et terreux avec une petite quantité de bicarbonates. La quantité de sulfate calcique ne doit pas être abondante, car dans ce cas l'eau est dite *séléniteuse*, elle dissout mal le savon et durcit les légumes qu'on y fait cuire, par conséquent elle est impropre aux usages domestiques et, employée en boisson, elle est lourde et peut avoir des inconvénients. Le sulfate de chaux est relativement soluble dans l'eau, celle-ci peut en contenir jusqu'à 1 gr. 50 au litre. Les eaux séléniteuses peuvent donc être plus ou moins chargées de cette substance. Les eaux du bassin des Vosges (Vittel, Contrexéville, Martigny) comme celles des Pré-alpes pyrénéennes (Bagnères-de-Bigorre, Barbazan, Capvern, Encausse) contiennent du sulfate de chaux à raison de 0,8 à 1 gr. 50. Doit-on en rapprocher toutes les eaux séléniteuses, par exemple celles qui seraient fournies par les puits de la Ville de Paris ? On sait que le bassin parisien est riche en gyse, tous les puits qui jadis fournissaient l'eau aux Parisiens contenaient une eau séléniteuse.

D'autre part, un certain nombre de sources utilisées dans certaines stations contiennent une très petite quantité de sels, ces eaux dont le meilleur type est celui d'Evian, ne contiennent généralement pas plus de 30 à 35 centigrammes de sels communément trouvés dans les eaux ordinaires. De même certaines eaux thermales, comme celles de Bains-les-Bains, Plombières, Dax, Préchacq, Chaudesaigues, ne contiennent pas plus de minéralisation que l'eau des sources communes. La qualité thermique a une certaine importance au point de vue physique dans l'emploi comme moyen de cure, mais peut-on vraiment considérer ces eaux comme minérales?

Il est extrêmement difficile de répondre à ces questions d'une façon rationnelle et pour résoudre le problème, il est nécessaire de raisonner avec soin.

COMPOSITION DE QUELQUES TYPES D'EAU

EAUX	DÉNOMINATION	Résidu fixe pour 1,000 gr.	PRINCIPE ACTIF PRINC. PAL	Température en degrés cent.
Méditerranée.....	Chlorurée.....	40,70	Chlorure de sodium.....	"
Pullna.....	Sulfatée.....	32,44	Sulfate de magnésium.....	"
Balaruc.....	Chlorurée.....	10,16	Chlorure de sodium.....	4°
Bourbonne (b. civil).....	Chloro-bromurée.....	7,57	Chlorure de sodium et bromure.....	57°5
Vichy (Hôpital).....	Bicarbonatée sodique.....	7,15	Bicarbonate de sodium.....	31°6
Orezza.....	Ferrugineuse.....	0,84	Bicarbonate de fer.....	"
Aix en Savoie.....	Sulfurée.....	0,43	Hydrogène sulfuré.....	"
Evian (Gachat).....	Faib. minéralisée.....	0,31	Faib. alcaline.....	"
Luchon (Bayen).....	Sulfurée sodique.....	0,22	Sulfure de sodium.....	68°
Plombières (Dames).....	Indéterminée.....	0,25	Emanation de radium.....	50 7
Eaux de source ou de puits.	Potables.....	0,20 à 0,50	"	8 à 13°
Rhin.....	id.....	0,23	"	"
Aar à Berne.....	id.....	0,21	"	"
Rhône à Genève.....	id.....	0,18	"	"
Eau de torrent (Lourdes).....	id.....	0,01	"	"

Jetons un coup d'œil sur le tableau ci-contre où nous avons groupé un certain nombre de variétés d'eaux, en indiquant les qualités reconnues au point de vue hydrologique, d'une part, et d'autre part, la minéralisation totale de la solution. On voit que la quantité de sels contenue dans ces diverses sources est extrêmement variable, pesant de 0 (l'eau provenant de la fusion des glaciers) jusqu'à 40 gr. au litre pour l'eau de mer. Entre ces deux extrêmes toutes les valeurs se trouvent représentées ;

comme on le voit, il existe un bon nombre d'eaux dont la minéralisation est indéterminée. Ce mot « indéterminé » a été choisi pour qualifier une forme d'eau minérale. Il n'y a pas encore très longtemps beaucoup de personnes, même parmi les médecins, envisageaient avec un certain scepticisme l'utilisation de ces eaux indéterminées. Lorsque l'eau naturelle était thermale, on affirmait volontiers que cette thermalité ne présentait aucun intérêt, que toute eau chaude donnerait le même effet. Cette affirmation était fausse, mais l'erreur n'était pas très facile à prouver. Ainsi, par exemple, il existe en Autriche, une station du nom de Gastein, très célèbre dans le traitement des affections chroniques rhumatismales. Beaucoup de médecins haussaient les épaules lorsqu'on parlait des sources de Gastein, et aussi en France des cures de Plombières, où l'eau, ainsi qu'à Gastein, ne possédait que la thermalité sans minéralisation caractéristique. Ces eaux semblaient à beaucoup pouvoir être remplacées par n'importe quelle eau chaude. Or, les médecins de ces stations, qui observaient depuis de longues années les malades qui faisaient usage de la cure, n'avaient pas été sans constater que l'eau de ces sources produisait vraiment des effets qu'il serait impossible d'obtenir avec des eaux banales, mais bien des gens, même des médecins, avaient tendance à sourire de cette conviction. Cependant il y a une trentaine d'années, lorsque Curie eut découvert la radio-activité et constaté que des eaux minérales, comme Gastein et Plombières possédaient une charge importante en émanation du radium, lorsque d'autre part, les médecins qui employaient l'émanation eurent reconnu que cette substance curieuse exerçait une action sédative tout à fait remarquable, on fut bien obligé de se rendre à l'évidence et de reconnaître que, tout au moins pour un certain nombre, les eaux thermales non minéralisées possédaient une action très importante au point de vue thérapeutique.

Mais, dira-t-on, il s'agit là de propriétés réelles, visibles, l'eau renferme une certaine quantité d'un produit qu'il est possible de doser et qui avait été ignoré jusque-là. Il en est tout autrement pour des eaux faiblement minéralisées qui ne renferment pas trace d'émanation et qui cependant sont utilisées dans certaines stations. Ces eaux faiblement minéralisées, qui représentent en général des eaux très légèrement alcalines, peuvent cependant servir à pratiquer des cures très avantageuses. Pour ne parler que de la plus célèbre, celle d'Evian, nous sommes

bien obligés de constater que ces eaux donnent des résultats très sérieux dans la cure de l'arthritisme, en qualité d'eaux diurétiques. Elles sont diurétiques parce que justement peu minéralisées, très pauvres en sels, elles sont fortement hypotoniques par rapport au sérum sanguin. Cette hypotonicité leur permet de traverser facilement les membranes du tube digestif et d'être absorbées. Elles délaient par conséquent les humeurs dont elles augmentent la dilution, d'où une action rénale manifeste, c'est-à-dire une action diurétique importante.

Soit, diront les contradicteurs, mais cette action hypotonique, vous l'aurez avec n'importe quelle eau et par conséquent il est inutile d'aller à Evian chercher cette boisson faiblement minéralisée, on en trouvera partout, et l'eau de n'importe quelle source donnera le même effet. C'est une erreur. L'eau d'Evian due à la source présente d'autres qualités que celle de l'hypotonicité. Ce sont des eaux sauvages, des eaux de montagnes qui, avant de s'enfoncer dans des filons de sable, ont circulé pendant longtemps à l'air libre sur des pentes accentuées, elles sont donc fortement aérées, beaucoup plus aérées que l'eau des sources ordinaires, lesquelles renferment très peu de gaz. Or les gaz de l'air qui sont un peu solubles dans l'eau jouent un rôle très important au point de vue minéralisation. La minéralisation est aussi bien gazeuse que solide, et le seul fait d'être fortement aérées donne aux eaux du type Evian des qualités très particulières au point de vue de la digestibilité. De même que l'eau chaude ne pourra pas remplacer l'eau de Gastein ou de Plombières, de même l'eau des sources banales ne remplacera pas l'eau de la source d'Evian parce qu'elle sera beaucoup moins aérée et que, pour cette raison, le tube digestif ne pourra pas en supporter sans inconvénient des quantités importantes.

Mais ce n'est pas tout, en médecine, la clinique prime généralement le raisonnement, un fait est un fait. Ce qui s'est passé pour la radioactivité, dans ses rapports avec les eaux thermales, nous pouvons très bien le revoir un jour pour des eaux qui, par expérience, se montrent douées de certaines vertus curatives sans que nous puissions les expliquer aujourd'hui. Nous ignorions totalement les propriétés de l'émanation du radium, il y a peu de temps. Notre ignorance a été remplacée par une meilleure connaissance de la réalité. Qu'est-ce qui nous dit que dans vingt ans de nouvelles propriétés physiques n'auront pas été découvertes qui permettront de comprendre pourquoi certaines eaux

donnent certains effets aujourd'hui inexplicables. Bien entendu je me garde d'affirmer qu'il en sera ainsi, rien ne me permet de supposer gratuitement des propriétés inconnues, mais j'estime que le démenti qui a été donné il y a trente ans aux détracteurs des sources des eaux radioactives, considérées alors comme des eaux banales, doit nous rendre excessivement modestes. Il y a encore des inconnus très nombreux, et, par conséquent, nous avons le devoir d'en admettre la possibilité.

Si nous voulons avoir une définition exacte de l'eau minérale, au point de vue thérapeutique, nous sommes amenés à dire que cette eau minérale sera beaucoup mieux définie par des propriétés médicatrices cliniquement reconnues, que par l'attribution des propriétés physico-chimiques.

Par conséquent, il nous est très difficile de trouver un criterium suffisant pour nous permettre de définir scientifiquement une eau minérale. Dans l'état actuel de la question, je crois qu'il faut nous contenter de la définition provisoire qui suit : « une eau minérale est l'eau de source naturelle dont l'usage provoque avec certitude, sur l'organisme humain, des modifications qui peuvent être utilisées favorablement ». Voilà une définition qui peut satisfaire les médecins, elle est certainement incomplète, et n'a aucun caractère scientifique qui puisse donner satisfaction au géologue, mais je n'oublie pas, pour l'instant, que je suis sur un terrain essentiellement médical.

Du reste, nous pourrions compléter cette explication de la manière suivante : l'examen chimique ou physique des eaux actives, au point de vue médical, démontre presque toujours la présence de substances spéciales, en quantité plus ou moins considérable, ou l'existence de propriétés physiques particulières.

Au point de vue classification, nous aurons à tenir compte des difficultés de définition. Beaucoup d'eaux seront classées sous la désignation « indéterminées » lorsqu'il sera impossible de leur assigner une place judicieuse, en se basant sur leurs propriétés physiques ou chimiques.

Je dois aussi, mais simplement pour mémoire, dire un mot du groupe des eaux dites « de table », si employées aujourd'hui. A vrai dire, c'est par une extension assez peu explicable qu'on en a fait un groupe parmi les eaux minérales. Une eau de table ne peut être médicamenteuse, car elle serait alors susceptible d'entraîner des inconvénients sérieux par un usage prolongé.

Une eau de table, par définition, est une eau de source très faible en principes chimiques, parfaitement pure et stérile, mais totalement inerte au point de vue pharmacodynamique. Par conséquent, ces eaux ne nous regardent pas, au point de vue hydrologique, et nous ne devrions pas en parler.

Je viens de faire à la pharmacologie une très grosse concession, en acceptant une définition thérapeutique des eaux minérales, mais je ne veux pas oublier que l'on reproche souvent à la médecine hydrologique de se mettre en dehors de la science. Aussi crois-je nécessaire de serrer de plus près le problème au point de vue minéralogique, ce qui ne nous empêchera pas de nous replacer ensuite, au point de vue pratique, sur le terrain purement pharmacologique. Je demande donc la permission de faire une courte digression dans le domaine du géologue.

A mon avis, pour avoir une notion très claire des différentes formes d'eaux qui existent à la surface du globe, il faut considérer toutes les eaux comme de véritables « espèces minérales ».

Le type primitif de cette classe sera « l'eau potable normale », qui, se modifiant par l'acquisition de propriétés nouvelles plus ou moins accentuées, formera un nombre considérable de variétés qui s'éloigneront de plus en plus du type primordial. C'est à tort, en effet, qu'on a voulu séparer les eaux normales des eaux minérales. Toutes les eaux se rattachent les unes aux autres, et l'on ne peut étudier utilement un type sans le rapprocher des autres.

Je m'explique, et je prie le lecteur de me suivre un instant dans une science généralement peu connue des médecins, je veux parler de la minéralogie. Ce coup d'œil aura l'avantage de me permettre de fixer la question d'une manière certainement nouvelle, et peut-être originale.

Si nous laissons de côté les minéraux des gîtes métallifères, c'est-à-dire les minerais proprement dits, il nous reste seulement les minéraux de la famille de la silice, c'est-à-dire ceux qui forment presque exclusivement la croûte terrestre. Vous connaissez tous le type primitif de toute cette classe de minéraux, le quartz hyalin, ou cristal de roche. A côté de ce type très pur, viennent se ranger une innombrable quantité de substances d'aspect très varié de silice amorphe, que vous connaissez bien sous le nom d'agate, de sardoine, d'onyx, de cornaline, de silex, etc., pour ne citer que les plus connues. Au point de vue chimique, ces substances renferment de la silice, avec des traces

de substances étrangères suffisantes pour modifier parfois totalement leur aspect extérieur, et par conséquent leurs propriétés physiques. Chez certaines même, on pourra constater l'existence de propriétés très curieuses, au point de vue lumineux (luminescence, triboluminescence ou luminosité au choc, etc.). On voit qu'il suffit de bien peu de chose pour permettre de créer des espèces minérales.

Prenons un autre exemple. Après le quartz et presque aussi commun que lui, se range la classe des feldspaths, l'un des éléments constitutifs du granit, avec le quartz et le mica. Un feldspath, c'est un silico-aluminate de bases diverses, sodées, potassées, chaux, et parfois magnésies, etc... Suivant la proportion de ces divers éléments basiques, l'aspect des minéraux changera parfois beaucoup, et cela suffira pour qu'on puisse créer autant d'espèces.

Enfin, si nous voulons pousser plus loin l'examen, nous constaterons que tous les silicates, dont il existe quelque chose comme quatre ou cinq cents espèces, sans compter les variétés, représentent tous des silicates ou des silico-aluminates qui, souvent, ne varient dans leur composition que par la proportion des bases les plus communes, avec addition de traces parfois très faibles, soit de métaux accidentels (fer, chrome, manganèse, etc.) soit de radicaux acides comme le chlore, le fluor, le titane, etc... Et cependant ces légères modifications chimiques sont suffisantes pour donner à tous ces minéraux des formes cristallines spéciales et des propriétés physiques également particulières : densité, coloration, dureté, fusibilité, propriétés électriques, action sur la lumière polarisée, etc...

En présence de ces faits scientifiques, n'avons-nous pas le droit de rapprocher les eaux minérales des minéraux de nos cabinets d'histoire naturelle, et de dire que si des modifications chimiques aussi faibles peuvent changer les propriétés des corps solides, il est parfaitement acceptable de considérer de la même manière les eaux des diverses sources, et de ne pas nous étonner de voir des propriétés nouvelles accompagner le moindre changement.

J'irai même plus loin, je ferai, comme je l'ai dit, de ces eaux de véritables espèces minérales. L'eau pure, c'est-à-dire l'oxyde d'hydrogène presque pur, qui est la forme d'eau la plus répandue, peut être parfaitement assimilée au quartz ordinaire de la minéralogie. De même que l'adjonction de quantité très faible ou très

forte, banale ou rare de certaines substances, modifiera le quartz et amènera la formation des divers agates ou des divers silicates, de même des additions de même nature modifieront profondément l'eau ordinaire et en feront des corps nouveaux doués de propriétés nouvelles.

Remarquez que cette conception est absolument logique. L'eau existe en quantité considérable dans les divers terrains, elle fait partie intégrante et constitutionnelle de toutes les roches, et d'un très grand nombre de minéraux, par conséquent, il est impossible de séparer la minéralogie et la géologie de la notion « eau ».

Nous avons l'habitude de considérer les minéraux comme des corps solides, nous ne souffrons que quelques exceptions, le mercure natif, quelques bitumes, et des hydrocarbures, parce que, en raison d'une vieille conception, le minéralogiste a toujours en vue la forme cristalline. Cette manière de voir est fausse, et nous devons l'abandonner aujourd'hui; quand nous savons que les liquides sont des corps où les molécules sont rangées suivant des lois physiques parfaitement ordonnées. Je crois sincèrement que l'hydrologie aura fait un grand pas, le jour où elle considérera les eaux minérales comme des hydrates complexes, en appliquant à leur étude les mêmes méthodes que celles qui sont utilisées par le minéralogiste, dans l'analyse et la classification des roches et des minéraux divers. Il est du reste impossible de séparer l'hydrologie de la géologie et de la minéralogie, nous allons le voir en jetant un coup d'œil sur les diverses théories qui ont été émises pour expliquer l'origine des eaux minérales, étude qui fera l'objet du prochain chapitre.

Mais avant de laisser de côté ce qui concerne la définition de l'eau minérale, je ne dois pas oublier que la « thermalité » est une de ses propriétés principales. Aussi dit-on souvent « eau thermale » aussi bien que l'on dit « eau minérale ». Quelle que soit l'importance de cette propriété, elle ne peut pas servir à définir une eau minérale, car une eau peut être extrêmement intéressante, tout en étant froide. Aussi me paraît-il utile de concevoir l'eau minérale, en faisant totalement abstraction de sa température.

La thermalité est en effet une simple propriété de quelques eaux minérales. Si nous avons tendance à y attacher une grande importance, c'est que nous sommes, sur ce point, comme sur tant d'autres, fortement influencés par la tradition romaine. Les Romains, comme les Grecs, attachaient la plus grande impor-

tance au bain chaud, aussi usaient-ils largement des eaux chaudes naturelles, et partout où ils en rencontrèrent, ils surent les utiliser. Du reste, les recherches modernes démontrent que les anciens Gaulois savaient eux aussi apprécier les eaux thermales. Tous les peuples de l'antiquité attribuaient à ces sources chaudes, qui les étonnaient, des propriétés mystérieuses. Mais cette notion mystérieuse n'a rien à faire avec la science hydrologique, et une eau chaude ne doit et ne peut nous intéresser que si ses propriétés chimiques et physiques la différencient nettement de l'eau normale.

(A suivre).

REVUE ANALYTIQUE

RADIOACTIVITÉ

P. LOISEL.

Sur la radioactivité de l'eau de la grande source de Bagnoles-de-l'Orne et ses variations.

(Comptes rendus de l'Ac. des Sciences, 169, p. 791-792, 1919).

Un sel de baryum ajouté à l'eau de la source donne, par addition de sulfate d'ammoniaque, un précipité contenant du radium et du thorium X. La quantité de radium dissoute varie de 22 à 109 10^{-12} gr. par litre (moyenne 68 10^{-12} gr.) Les résultats de dosages d'émanation du radium dissoute dans l'eau, effectués chaque jour pendant un mois, varient de 0,2 à 1,5 millimicrocuries par litre et sont sans relation avec la pression atmosphérique de la température extérieure.

A. L.

ADOLPHE LÉPAPE.

Analyse radioactive des sources thermales de Bagnères-de-Luchon, sources très riches en émanation du radium.

(Comptes rendus de l'Ac. des Sciences, 175, p. 731-733, 1920).

Détermination des proportions d'émanation du radium présentes dans l'eau de 41 sources (au griffon), à l'aide de l'appareil de Chêneveau et Laborde. Ces sources contiennent de 0,4 (source Grotte Supérieure) à 41,5 (source Lepape) millimicrocuries d'émanation du radium par litre d'eau. Pour 23 sources, il y a plus de 10 millimicrocuries par litre et 6 sources contiennent plus de 20 millimicrocuries par litre. Les sources les plus riches en émanation de cette station sont les plus radioactives des sources françaises et se rangent parmi les sources les plus radioactives du monde.

A. L.

P. LOISEL.

Sur les variations de la radioactivité des sources de Bagnoles-de-l'Orne et leur relation avec la pluie.

(Comptes rendus de l'Ac. des Sciences, 171, p. 858-860, 1920).

Détermination quotidienne, effectuée pendant trois mois, des proportions d'émanation du radium et de radium en dissolution dans l'eau de la Grande Source et de la Source des Fées, et observation de la pression barométrique, de la température et de la hauteur de pluie. Les variations de radioactivité considérables qu'a observées l'auteur se relient, les unes, aux chutes de pluies, et les autres, beaucoup plus faibles, à une cause encore indéterminée. Pour la Source des Fées (13°) les maxima d'émanation (jusqu'à 10,14 millimicrocuries) apparaissent entre 5 et 8 jours après une chute de pluie et leur valeur est d'autant plus forte que la chute de pluie a été plus abondante. Pour la Grande Source thermale (26°), l'intervalle correspondant oscille entre 8 et 13 jours. Les maxima d'émanation sont moins accentués

que ceux de la source des Fées, l'eau de pluie se trouvant ici mélangée à des eaux d'origine plutonienne.

L'auteur pense que la relation observée est générale et que l'intervalle de temps s'écoulant entre la chute de pluie et l'apparition de l'émanation dans les sources dépend de la nature des terrains traversés.

A. L.

J. SATTERLY et J. C. MAC LENANN.

Radioactivité des gaz naturels du Canada.

(*Trans. Roy. Soc. Canada*, 12, p. 153-160, 1918).

Mesure de la quantité d'émanation du radium, ainsi que des proportions d'hélium et d'azote présentes dans un grand nombre de gaz naturels (généralement riches en gaz combustibles) du Canada. La quantité d'émanation est, en moyenne, de 30 à 50 10^{-12} curies par litre de gaz. Dans la province d'Ontario, les gaz de Brant-Onondaga sont généralement beaucoup plus actifs, contenant jusqu'à 800 10^{-12} curies (Bow-Parkwell), ainsi que ceux de la région de Blackheath-Seneca (250 10^{-12} curies). Dans la province d'Alberta, les gaz les plus radioactifs sont ceux de Wetakiwin (205 10^{-12} curies). Les proportions d'hélium ne sont jamais très élevées (maximum : 0,34 %), les proportions d'azote sont comprises entre 0,9 et 12 %. Aucune relation n'existe entre la radioactivité des gaz et leur richesse en hélium ou en azote (les proportions de ces deux éléments varient dans le même sens).

A. L.

J. SATTERLY et R. T. ELWORTHY.

Radioactivité de quelques sources minérales du Canada.

(*Trans. Roy. Soc. Canada*, 11, p. 17-26, 1917-1918).

Pour soixante sources environ des Etats de l'Ontario et de Québec, les auteurs ont mesuré les quantités d'émanation du radium et de radium en dissolution dans l'eau, ainsi que la température et le débit. L'émanation dissoute par litre d'eau varie entre 11,2 10^{-12} curies et 34,5 10^{-12} curies (Radwor-Forges, Québec); le radium dissout par litre varie entre de simples traces et 46 10^{-12} grammes (Phulidor spring, Saint-Hyacinthe), bien que, généralement, on n'en rencontre que fort peu. Les sources chaudes sont plus radioactives que les sources froides. Les sources étudiées sont comparées aux sources européennes et américaines.

A. L.

ACHILES MACHADO et A.-P. FORJAZ.

L'eau de Felgueira (Portugal).

(*Rev. Quim. pura e applic.*, 1919).

Les sources (trois griffons) sourdent en terrain granitique, dans une région où l'on rencontre de nombreux filons d'autunite et de torbernite. Cette eau, hypothermale, hyposaline, carbonatée sodique, lithinée et silicatée est donc fortement radio-active. Les auteurs ont trouvé 27,44 millimicrocuries d'émanation par litre d'eau, à la « buvette » et 24 millimicrocuries dans l'eau des bains. La note contient un tableau fort intéressant de la radioactivité des sources portugaises. Les seules sources plus radioactives que celles de Felgueira sont celles de Luso (30,5 millimicrocuries par litre d'eau), puis viennent, après Felgueira, les stations de Salus (22,17), Caldas da Saúde (12,2), Vidago (11,6), etc...

A. L.

O. NÜRNBERGER.

La détermination de la radioactivité des eaux minérales.

(*Physik. Zeit.*, 21, p. 198-203 et 241-245, 1920).

Comparaison et étude critique des diverses méthodes et appareils (fontactoscopes) utilisés par Schmidt, Mache et Meyer, Engler et Sieveking, Kohlrausch et Lœwenthal pour la mesure de l'émanation du radium dissoute dans les eaux minérales. On ne peut obtenir de résultats corrects qu'en observant la courbe complète représentant la loi de formation du dépôt d'activité induite. Pour tous les instruments, la formule de Duane conduit à de bons résultats dans le calcul de la radioactivité. Les écarts à partir des valeurs normales sont attribués par l'auteur à l'effet Lenard, à des pertes du dépôt d'activité induite et aux variations de température. Ces écarts, souvent importants et caractéristiques des diverses eaux étudiées (groupe de sources près de Brambach, Saxe), sont peut-être dus aux substances salines ou gazeuses en dissolution dans l'eau. La mesure des dépôts d'activité induite présente des erreurs analogues. Dans aucun des appareils expérimentés les différences de potentiel employées ne permettent d'obtenir un vrai courant de saturation.

A. L.

H. GREINACHER.

La mesure de l'émanation du radium dans les eaux minérales.

(*Physik. Zeit.*, 21, p. 270-272, 1920).

Lorsqu'on utilise un fontactoscope, les mesures ne sont correctes que si l'appareil est cylindrique et présente un grand volume (10 à 15 litres), de manière à justifier l'emploi de la formule de Duane pour le calcul des corrections. Mais des appareils aussi encombrants ne sont pas commodes pour les mesures faites à la source; d'autre part, l'appareil rectangulaire de Kohlrausch et Lœwenthal, de 2 litres de capacité, conduit à des résultats inexacts. Un appareil de petites dimensions peut cependant être employé s'il est soigneusement rempli avec un volume d'eau tel que la phase gazeuse (air) contienne la quantité maxima d'émanation. Cette condition est remplie si le rapport de l'eau au volume total est égal à $1/(1 + V_a)$, ou a est le coefficient d'absorption de l'émanation par l'eau. Ce dernier étant variable avec la température, il en est de même pour le volume optimum de l'eau. Après agitation, on laisse l'eau s'écouler, en la remplaçant par de l'air inactif et on mesure la quantité d'émanation présente dans l'air de l'appareil. La quantité totale d'émanation qui existait dans l'eau s'en déduit en multipliant par le rapport du volume total au carré du volume de l'eau. Tous les détails sont donnés pour exprimer les résultats en unités Mache.

A. L.

F. HENRICH.

Radioactivité de roches et d'eaux de la Bavière et du spath fluor de Wolsenberg.

(*Zeitsch. angew. Chem.*, 33, p. 5-8, 13-14, 20-22, 1920).

Etude de la distribution de la radioactivité parmi les sources, les roches et les minéraux de la Bavière, de la Suisse française, du Fichtelgebirge et du Haut-Palatinat. Les sources des montagnes calcaires de la Suisse française sont peu radioactives, mais dans les districts granitiques du Fichtelgebirge, l'activité d'un grand nombre de sources est comprise entre 10 et 100 unités Mache et quatre sources

présentent une activité supérieure à 100 unités Mache. On constate la présence de torbernite et d'autunite dans le granit de ces régions. L'étude particulière des gaz de l'une des sources y révéla une proportion extraordinaire d'oxygène (12 %), le reste étant « inabsorbable ».

L'auteur décrit le spath fluor de Wölsenberg (« stinck-flun »), dont les variétés bleu foncé et violette émettent, par fragmentation, une odeur particulière, due certainement à un dégagement de fluor libre. Ces particularités sont attribuées à l'action des rayons des substances radioactives présentes. Ceux-ci doivent dissocier le fluorure de calcium avec formation de calcium colloïdal, qui colore le minéral, et dégagement de fluor libre. En soumettant du spath fluor au rayonnement du radium, on reproduit facilement la couleur, mais non l'odeur de fluor.

A. L.

HYDROLOGIE MÉDICALE

BRIOT et GAY (de Bourbonne-les-Bains).

Expériences sur les propriétés désanaphylactisantes des eaux minérales de Bourbonne-les-Bains.

(Société d'Hydrologie, 21 Novembre 1921).

Tout un lot d'animaux est sensibilisé par une injection sous-cutanée de 1/4 cc. de sérum de cheval (antidiphthérique).

Ce lot est divisé en trois groupes :

Le premier groupe reçoit, dès le lendemain de l'injection préparante, de l'eau de Bourbonne, recueillie directement au griffon, en injection intrapéritonéale, 5 cc. par animal.

Le deuxième groupe reçoit, dans les mêmes conditions, 5 cc. par la voie sous-cutanée.

Le troisième groupe sert de témoin.

24 jours après l'inoculation de début, après 20 injections d'eau de Bourbonne, on fait l'essai de la sensibilité au sérum de cheval par voie intraveineuse (veine jugulaire).

Les quantités de sérum injectées étaient de 1/4 à 1/2 cc.

Les résultats ont été tels que, dans chaque groupe, les proportions de morts, de crises graves, de crises légères ont été sensiblement les mêmes.

Les eaux de Bourbonne n'ont donc pas empêché la sensibilisation du cobaye au sérum de cheval de suivre sa marche.

J. P.-D.

FERREYROLLES (de la Bourboule) et MOUGEOT (de Royat).

A propos des expériences entreprises sur le lapin pour la recherche de l'action antianaphylactique des eaux minérales.

(Société d'Hydrologie, 21 Novembre 1921).

Les auteurs répondent à une objection faite à la Société le 7 février 1921 par M. Galup (du Mont-Dore), au sujet de leurs expériences sur le lapin.

M. Galup aurait dénié au lapin toute valeur comme animal d'expérience, dans les recherches sur l'anaphylaxie.

Les auteurs lui opposent le livre de M. Arthus « de l'anaphylaxie à l'immunité » ; ils pensent que M. Galup et M. Armengaud (de Caunterets), qui, lui aussi, expérimenta sans succès chez le lapin, ont attendu à tort des chocs graves de l'injection déchainante ; ils auraient dû se contenter de phénomènes légers : polypnée, diarrhée, etc..., analogues à ceux observés en clinique humaine, et sur lesquels il est loisible d'étudier « l'effet empêchant ou curatif des eaux thermo-minérales ».

J. P.-D.

R. MOLINÉRY (de Luchon).

A propos de la cure de terrain : Présentation d'une Carte.

(*Société d'Hydrologie*, 21 Novembre 1921).

L'auteur rapporte, qu'à l'instar de nos confrères, le Dr d'Arbois de Jubainville de Brides, et le Dr Paul Mathieu de Salins-Moutiers, M. Davezat de Luchon a établi avec lui, un guide pour la cure de terrain.

Ce guide, accompagné d'une carte, comprend 14 itinéraires ; le parcours, la durée, l'altitude sont rigoureusement choisis et indiqués.

Cet essai, qui paraît présenter un gros intérêt pour les malades et les médecins de la station, a été encouragé par la Chambre d'Industrie Thermale de Luchon.

J. P.-D.

ARMENGAUD (de Caunterets).

Des Réactions Thermiques observées au cours du Traitement Hydro-minéral.

(*Société d'Hydrologie*, 5-décembre 1921).

L'auteur a repris, chez ses malades, des recherches sur les modifications thermiques, les « dysthermies », à la suite des pratiques hydriatiques. L'hyperthermie de quelques dixièmes de degrés, rapidement éteinte chez les sujets normaux, peut durer plusieurs heures et être plus importante chez certains malades habituellement apyrétiques (tuberculoses torpides, hyperthyroïdie, etc.).

Cette hyperthermie semble devoir être attribuée à un trouble de fonctionnement des centres régulateurs de la chaleur, et est caractéristique de certains états pathologiques (instabilité thermique des tuberculoses larvées et du Basedowisme fruste).

J. P.-D.

BOUTOREL.

Rapport de la Commission instituée pour étudier la question de l'obligation de l'ordonnance médicale pour le traitement thermal.

(*Société d'Hydrologie*, 19 Décembre 1921).

Ce vœu avait été émis par la Société des Médecins du Mont-Dore et par le Syndicat des Médecins des Stations Hydro-minérales d'Auvergne.

Pour tous les médecins et les malades qui réfléchissent, le doute n'est pas possible, la cure thermale doit être réglée et surveillée pour que l'intéressé en tire le plus grand profit et évite des accidents.

Excepté en Espagne, l'usage des eaux thermales est libre partout, liberté qui n'est restreinte que dans certaines eaux italiennes.

L'obligation de l'ordonnance ne pourra exiger la signature d'un médecin de la station même, ce serait une restriction apportée aux droits que confère le diplôme de Docteur en Médecine. Donc, si l'obligation est admise, tout médecin, de quelque localité qu'il soit,

pourra rédiger l'ordonnance; le but poursuivi ne sera pas atteint. En outre, pour certaines stations où la seule boisson constitue la thérapeutique hydriatique, l'obligation de l'ordonnance paraît quelque peu exagérée.

Vouloir demander aux Pouvoirs Publics de codifier l'ordonnance obligatoire, c'est vouloir faire assimiler les Eaux minérales aux médicaments des tableaux A et B. Il est évident qu'une pareille tentative serait vouée à un échec.

La Commission estime donc, qu'il n'y a pas lieu d'intervenir auprès des Pouvoirs Publics, en vue d'obtenir une loi ou un décret qui sera refusé; elle pense que, pour atteindre le résultat désiré, il convient aux médecins de signaler les dangers du traitement sans surveillance aux malades et aux administrations thermales. Celles-ci pourraient, par exemple, éveiller l'attention des curistes, soit par des notices, soit par des avertissements affichés dans les établissements thermaux.

J. P.-D.

J. GALUP (du Mont-Dore).

A propos des expériences entreprises sur le lapin pour la recherche de l'action antianaphylactique des eaux minérales.

(*Société d'Hydrologie*, 19 Décembre 1921).

M. Galup répond à MM. Ferreyrolles et Mougeot (séance du 21 Novembre); il dit n'avoir jamais constaté chez le lapin les grands accidents anaphylactiques signalés par MM. Guellety et Daupeyroux (*Hydrologica*, 25 mai, 25 juin 1915). Arthus parle d'accidents légers (polypnée); au sens de M. Galup, la comparaison n'est pas possible entre ces deux ordres de faits.

Des expériences de ses contradicteurs l'auteur retient avec intérêt les recherches d'activation de l'anaphylaxie par le bleu de méthylène; mais il persiste à penser que le lapin, dont les accidents anaphylactiques sont légers, peut bien constituer un animal d'expérience pour un laboratoire installé en vue de mesurer des variations de tension artérielle ou des examens de sang, mais que, pour les expériences faites dans un laboratoire de fortune, au griffon, le cobaye, aux accidents plus nets, reste préférable. En outre, comme Arthus le dit lui-même, l'anaphylaxie chez le lapin est un état stable, état que l'on peut masquer par des procédés divers, ce qui peut probablement constituer un obstacle à l'établissement de la preuve d'une action antianaphylactique des eaux minérales.

J. P.-D.

J. GALUP (du Mont-Dore).

De la leucopénie digestive dans l'asthme, et des applications éventuelles de sa recherche à la pratique hydro-minérale.

(*Société d'Hydrologie*, 9 Janvier 1922).

Il n'est guère contestable que, dans le traitement de l'asthme, ce sont les cures thermales qui donnent, jusqu'à ce jour, les résultats les plus constants.

Mais il y a des insuccès que rien ne fait prévoir, et, jusqu'ici l'empirisme et l'expérience guident seuls la conduite d'une cure.

L'auteur a pensé que l'hémoclasie digestive et un de ses signes, la leucopénie, seraient intéressantes à rechercher chez les asthmatiques qui fréquentent au Mont-Dore.

Cette recherche de la leucopénie, après ingestion de 200 gr. de lait, a été faite en série chez 114 malades, que ce soient des asthmatiques

primitifs, des asthmatiques emphysémateux, des sujets atteints de rhino-bronchite spasmodique.

L'épreuve a été positive dans 88 cas, soit suivant une proportion de 77 %.

Dans la plupart des cas, la leucopénie n'a été que transitoire.

L'auteur ne prétend pas que tous les asthmes ressortissent à cette pathogénie; cependant il convient de faire remarquer que les seules modifications constatées, l'ont été à la suite d'ingestion par le tube digestif; les matières protéiques peuvent être introduites par d'autres voies, la voie respiratoire en particulier; sur ce point, l'expérimentation est difficile.

Quelle contribution ces recherches peuvent-elles apporter à la thérapeutique thermique de l'asthme? On ne saurait actuellement être fixé sur ce point. Il semble toutefois que l'épreuve de l'hémoclasie digestive devrait être appliquée :

1° *Avant le traitement thermal*, pour préciser les indications et contribuer au pronostic thérapeutique. Cette constatation, positive, permet de conclure à une insuffisance hépatique et, sans doute, à une hyper-vagotonie; de la modalité de l'hémoclasie digestive, on pourra tirer des indications pronostiques. Cette recherche, enfin, pourra fixer des diagnostics hésitants.

2° *Pendant le traitement*, ces investigations pourront contribuer à la réglementation de la cure; tout est à faire sur ce point.

3° *Après la cure enfin*, on pourra apprécier les effets produits.

N. B. — Il est très regrettable que le cadre d'une courte analyse, ne nous permette pas de résumer moins brièvement ce travail si intéressant, qui ouvre de tels horizons sur la pharmacodynamie hydro-minérale.

J. P.-D.

G. RIVIÈRE (de Vichy).

Traitement hydro-minéral et Indications opératoires de la lithase biliaire avec ictère de longue durée.

(Société d'Hydrologie, 23 Janvier 1922).

L'auteur ne partage pas l'avis des Professeurs Quenu, Lejars, Chauffard, qui croient à la nécessité absolue de l'intervention chirurgicale dans le cas d'ictère d'origine lithiasique durant depuis trois mois. En effet, le Dr Rivière cite à l'appui de sa doctrine « non interventionniste », une série d'observations de cas d'ictères lithiasiques datant de 10 mois, 15 mois et même de 3 ans, et ayant disparu après la cure de Vichy.

Suivant l'auteur, ni la durée de l'ictère, ni l'amaigrissement ne commandent impérieusement l'intervention, qui n'enlève du reste pas tous les risques d'accidents lithiasiques ultérieurs; seul un état cachectique bien caractérisé, s'il n'existe pas de cholécystite suppurée, impose l'opération à condition, toutefois, qu'une cure thermique préalable n'ait pas donné de résultats.

M. Durand-Faudel, tout en reconnaissant que les chirurgiens sont souvent trop pressés d'opérer, insiste sur le fait que, dans l'ictère prolongé avec fièvre, une cholécystite grave est toujours à redouter : en cas d'attente prolongée, la responsabilité est grande.

J. P.-D.

PIÉRY (de Lyon).

Aux Stations minérales et climatiques de Pologne et de Tchéco-Slovaquie.

(Article paru dans le *Lyon Médical* du 25 novembre 1921 et faisant l'objet d'une note de M. Armengaud. *Société d'Hydrologie*, 23 Janvier 1922).

A l'occasion du Congrès Médical Franco-Polonais, le Professeur agrégé Piéry, chargé du cours d'Hydrologie à la Faculté de Médecine de Lyon, a visité les principales stations thermales de Pologne et de Tchéco-Slovaquie.

M. Armengaud analyse rapidement devant la Société ce que M. Piéry dit : du sanatorium de « Zakopane » dans les Karpathes, établissement fort bien installé pour la cure de la tuberculose pulmonaire, de « Carlsbad », de « Marienbad », stations bien outillées et prospères, de « Franzensbad » « le premier bain de boue du monde » avec son émanatorium très moderne, de « St-Joachimsthal » enfin, la Ville des mines du Radium, où l'eau minérale est la plus radio-active connue à ce jour (240 millimicrocuries).

M. Piéry a rapporté l'impression nette que l'installation matérielle de ces stations ne dépasse pas celle des nôtres, mais, pour lui, leur prospérité est due à l'organisation méthodique, à la codification du traitement; ce sont des « Villes sanatoriums » où médecins, hôteliers, municipalités s'entendent pour l'exécution rigoureuse et judicieuse des plus petits détails du traitement, des régimes, de l'hygiène publique et privée.

Certes, la mentalité du curiste allemand ou autrichien diffère de celle du malade français, indocile, et qui ne prend pas son traitement au sérieux. On peut cependant penser que le Français ferait des cures plus précises, si le médecin de France apprenait à s'attacher aux détails de la thérapeutique, si on lui enseignait ce que sont nos stations, quels services elles peuvent rendre.

La prospérité des stations austro-hongroises est due à l'impulsion donnée aux universités, aux laboratoires, aux recherches hydrologiques, à l'éducation spéciale donnée aux étudiants qui, devenus médecins, ont éduqué leurs malades. Si nous ambitionnons une telle prospérité, ambition que nos richesses thermales rendent si légitime, inspirons-nous de ces exemples, et lançons-nous plus avant dans les études et les recherches hydrologiques, dans la mise en valeur de l'incomparable domaine hydro-minéral français.

J. P.-D.

P. BOULOUMIÉ (de Vittel).

Considérations sur l'évolution et le traitement de la goutte.

(*Société d'Hydrologie*, 23 Janvier 1922).

L'auteur fait un intéressant parallèle, entre les manifestations de la goutte il y a quelques années et maintenant.

Il s'élève contre les prétentions du Dr Guelpa qui, réunissant sous le nom de « rhumatisme goutteux » une série d'observations où se trouvent une majorité de cas de « rhumatisme chronique déformant », répudié un peu vite tout traitement classique pour ne recourir, uniquement, qu'à sa méthode de purgatifs et de jeûne.

Nous ne pouvons mieux faire que de résumer les conclusions de l'auteur. M. Bouloumié, s'appuyant sur sa haute expérience pense :

a) Que des grosses manifestations articulaires de la goutte tout d'abord, et, plus tard, les complications circulatoires et urinaires, ont

paru progressivement diminuer de fréquence et de gravité depuis cinquante ans.

b) Que cette amélioration paraît devoir être attribuée à l'hygiène et au perfectionnement du traitement.

c) Qu'il est contraire à la réalité des faits, confirmée par de nombreuses observations, de dire que l'hygiène et le traitement habituellement adoptés, s'ils diminuent la fréquence et l'intensité des accès, en prolongent la durée, favorisant la chronicité, les déformations et l'hérédité goutteuse.

d) Qu'il est du devoir de chacun de proclamer ces faits; l'acceptation des affirmations visées plus haut étant dangereuse pour le malade.

e) Que, cependant, dans certains cas, le traitement par le jeûne et les purgatifs peuvent rendre de réels services.

f) Que la méthode de M. Guelpa, si elle donne des résultats dans certaines manifestations locales, ne modifie en rien la maladie elle-même. Cette pratique de la cure de jeûne et de purgatifs, ne paraît pas mauvaise en soi à l'auteur, surtout si elle est appliquée avec douceur, mais il ne faut pas demander à la méthode ce qu'elle ne peut pas donner.

J. P.-D.

RICARD-POMARÈDE (de Capvern).

Etude clinique et expérimentale des eaux de Capvern.

(Travail présenté par le Dr Molinéry. *Société d'Hydrologie*,
6 Février 1922).

L'auteur expose d'abord les résultats obtenus à Capvern dans une série d'affections hépatiques : lithiases, ictères, congestions du foie, angiocholites chroniques, etc.

Au cours de la cure, les examens de laboratoire ont révélé : le relèvement du taux de l'urée dans l'urine, la diminution de l'ammoniaque, la disparition de l'urobilinurie et de l'indican, la baisse de la toxicité des urines; les selles deviennent abondantes, il y a sédation des poussées inflammatoires des voies biliaires.

L'auteur a expérimenté chez le lapin l'action de l'eau de Capvern : elle ne diminue pas la sécrétion biliaire.

Plus loin, le Dr Pomarède donne les résultats expérimentaux obtenus à Capvern dans la sphère rénale : augmentation du débit urinaire, antisepticité urinaire; de nombreuses affections ressortissent donc à cette station : cyatites, lithiase rénale, néphrites, etc.

L'auteur étudie enfin les résultats cliniques dans d'autres affections, indications secondaires de la cure de Capvern : hypertension, goutte et rhumatisme, présclérose, obésité, troubles gastro-intestinaux des goutteux et des obèses.

Dans cet important travail, le Dr Pomarède a eu le mérite d'ajouter aux faits cliniques et hydrologiques, un chapitre d'expérimentation et un chapitre de résultats de laboratoire, qui constituent une initiative intéressante.

J. P.-D.

LÉONARD HILL.

Quelques effets physiologiques de l'exposition au grand air et des bains.

(Arch. of Med. Hydrol., n° 1, p. 13, Mai 1922).

Les bains et l'air froids augmentent considérablement la dépense quotidienne d'énergie; les mesures calorimétriques directes et les

mesures indirectes, en passant par les échanges respiratoires, sont concordantes.

Les traitements de plein air augmentent cette dépense jusqu'à 50 %. Les exercices de plein air abaissent la température de l'épiderme. L'air frais active l'évaporation respiratoire.

Les bains chauds élèvent la température, accroissent la fréquence du pouls, la fréquence et le volume respiratoires, la tension de l'oxygène dans l'air alvéolaire. Les douches froides après le bain chaud contractent les vaisseaux cutanés, abaissent les températures buccale et axillaire, sans affecter la rectale, et abaissent la fréquence du pouls, tandis que le volume respiratoire et la tension de l'oxygène reviennent à la normale.

Dans un bain chaud, à température constante, la température du corps peut être stabilisée ou élevée à volonté. Seuls les bains au-dessus de 37° C. affectent sérieusement le fonctionnement des organes : transpiration, augmentation de CO² éliminé, augmentation de l'hémoglobine.

R. C.

R. WYBAUW.

Le traitement des troubles circulatoires par les bains naturels effervescents.

(*Arch. of Med. Hydrol.*, n° 1, p. 22, Mai 1922).

Les effets physiologiques des bains carbo-gazeux sont les mêmes que ceux de l'hydrothérapie froide. La vasodilatation cutanée qu'ils provoquent abaisse très notablement la température interne. Ils incitent ainsi l'organisme à un effort chimique important, conduisant à la désintoxication progressive. Ils régularisent la pression sanguine, la ramenant à la normale. Mais ils ne présentent pas, pour les cardiaques, la contre-indication presque absolue de l'hydrothérapie froide.

La plupart des cardiopathies relèvent des bains carbo-gazeux, sauf dans la période ultime. Les goîtres exophtalmiques sont aussi améliorés.

Mais il n'y a pas de règle générale, chaque malade doit être traité selon ses particularités.

R. C.

S. JUDD LEWIS.

Application de la spectroscopie moderne à l'étude des eaux naturelles.

(*Arch. of Med. Hydrol.*, n° 1, p. 33, Mai 1922).

L'étude des eaux naturelles par le spectrographe à prisme de quartz permet de déceler, dans le spectre ultra-violet d'un résidu sec, les lignes de certains éléments ne donnant à peu près rien dans le visible : tels Bo, Si, P, As. On peut opérer par comparaison des spectres des résidus secs avec un spectre de cuivre, par exemple.

La méthode spectrographique met en évidence des traces de corps très actifs, au point de vue physiologique, même à doses infinitésimales (Mn.).

Elle nous a montré l'existence, dans les eaux minérales, de Cr, Sn, Co, Mo, Tl, Sc, Sb, In, Va.

On pourrait l'étendre à la recherche, dans ces eaux, des terres rares.

R. C.



1132

INFORMATIONS

*Enseignement professionnel donné par l'Institut d'Hydrologie
et de Climatologie (Loi du 21 Septembre 1920).
pendant l'année scolaire 1922-1923.*

HYDROLOGIE GÉNÉRALE

*Au Laboratoire de M. le Professeur Désgréz, à l'Ecole
pratique de la Faculté de Médecine, à 17 heures :*

- M. G. BARDET, professeur, M. POIROT-DELPECH, chef des travaux :
- MARDI 9 JANVIER. — Notions d'hydrogéologie.
— 16 JANVIER. — Origine des eaux minérales.
— 23 JANVIER. — Propriétés physiques des eaux minérales.
- M. URBAIN, membre de l'Institut, professeur à la Faculté des sciences,
et M. JACQUES BARDET, chef de Laboratoire :
- JEUDI 8 FÉVRIER. — Constitution chimique des eaux minérales.
— 15 FÉVRIER. — Interprétation des tableaux d'analyse.
- M. G. BARDET. (M. Pierre URBAIN, suppléant).
SAMEDI 24 FÉVRIER. — Classification des eaux minérales.
MARDI 27 FÉVRIER. — Notions de climatologie générale.
- M. PIERRE URBAIN, préparateur au Laboratoire d'hydrologie générale :
- LUNDI 5 MARS. — L'établissement thermal.
— 12 MARS. — La station thermale.

Au Laboratoire de Chimie du Collège de France, à 17 heures :

- M. CHARLES MOUREU, membre de l'Institut et de l'Académie de Médecine, professeur au Collège de France :
- MARDI 6 MARS. — Les gaz courants et les gaz rares des sources thermales. Exposé des résultats généraux des recherches.
- MARDI 13 MARS. — Les gaz courants et les gaz rares des sources thermales. Conclusions relatives à la médecine thermale, à la radioactivité et à la physique du Globe.
- M. A. LÉPAPE, chef des travaux de recherches physico-chimiques :
- MARDI 20 MARS. — Les gaz courants et les gaz rares des sources thermales. Exposé des méthodes d'étude expérimentale.
- MARDI 17 AVRIL. — Notions générales sur la radioactivité : méthodes de mesure.
- MARDI 24 AVRIL. — La radioactivité du sol et de l'atmosphère.
- MARDI 1^{er} MAI. — La radioactivité des eaux minérales.

CHIMIE BIOLOGIQUE ET CLINIQUE HYDROLOGIQUE

Au Laboratoire de chimie biologique, Ecole pratique de la Faculté de Médecine, à 15 heures :

1° Chimie biologique hydrologique :

- M. le professeur DESGREZ, membre de l'Académie de Médecine, et MM. BERRY, BOURNIGAUT et VIOLLE, chefs de laboratoire :
- JEUDI 11 JANVIER. — Bilans, Métabolisme et équilibre azoté.
- JEUDI 18 JANVIER. — Azotémie, azoturie, ammoniurie, bases xanthiques, acide urique, créatine et créatinine.
- JEUDI 25 JANVIER. — Le suc gastrique; méthodes d'analyse.
- JEUDI 1^{er} FÉVRIER. — Métabolisme des hydrates de carbone et glycémies.
- JEUDI 8 FÉVRIER. — Diabète, acétonurie, acidose. Equilibre acide-base.
- MERCREDI 14 FÉVRIER. — Acidité urinaire; acidité de titration; acidité ionique; application hydro-minérale du Ph urinaire.
- MARDI 20 FÉVRIER. — Pression osmotique et ses applications.
- JEUDI 1^{er} MARS. — Carbone urinaire; molécule élaborée moyenne; cryoscopie.
- JEUDI 15 MARS. — Métabolisme minéral, Eliminations minérales provoquées; coefficient de déminéralisation.
- JEUDI 22 MARS. — Diurèse hydrominérale, sa mesure.

2° Clinique hydrologique. M. F. RATHERY, professeur agrégé, médecin des Hôpitaux.

Les Samedis à 16 heures, du 13 Janvier au 1^{er} Mars :

- I Les cures thermales dans les maladies du *Rein*.
- II Les cures thermales dans les maladies *Cardio-vasculaires*.
- III Les cures thermales dans les maladies de l'*Appareil respiratoire*.
- IV Les cures thermales dans les maladies du *Système nerveux*.
- V Les cures thermales dans les maladies du *Tube digestif*.
- VI Les cures thermales dans les maladies du *Foie*.
- VII Les cures thermales dans le *Diabète*.
- VIII Les cures thermales dans la *Goutte* et l'*Obésité*.
- IX Les cures thermales dans les affections *articulaires* et *osseuses*.

HYGIÈNE HYDROLOGIQUE ET CLIMATIQUE

Au Collège de France, à 16 heures.

- M. D'ARSONVAL, membre de l'Institut et de l'Académie de Médecine, professeur au Collège de France :
- MARDI 13 MARS et VENDREDI 16 MARS. — Procédés physico-chimiques d'épuration des eaux.
- MARDI 20 MARS. — Organisation des stations climatiques.
- M. F. BORDAS, Professeur suppléant au Collège de France :
- VENDREDI 23 MARS et MARDI 27 MARS. — Captage et protection des sources.
- VENDREDI 30 MARS. — Analyse bactériologique de l'air.

Le Gérant : L.-M. PIERRA.

Imprimerie de " L'Expansion Scientifique Française " 23, Rue du Cherche-Midi — Paris

JOURS DE RÉCEPTION

M. D'ARSONVAL (Collège de France), sur rendez-vous.

M. BORDAS (Collège de France), sur rendez-vous.

M. DESGREZ, au laboratoire (Faculté de Médecine), mardi et vendredi, à 18 heures.

M. CH. MOUREU, 18, rue Pierre Curie, lundi de 10 heures à midi.

M. F. RATHERY, à l'Hôpital Tenon, samedi à 9 heures.

M. ALBERT ROBIN, 18, rue de Beaujon, sur rendez-vous.

M. G. URBAIN, au laboratoire, 1, rue Victor Cousin (Sorbonne), lundi de 13 à 14 heures.

M. JACQUES BARDET, lundi de 17 à 18 heures, au laboratoire, 1, rue Victor Cousin (Sorbonne).

M. A. LEPAPE, mardi, de 18 à 19 heures, au laboratoire (Collège de France).

M. VERWAEST, Secrétaire du Conseil d'Administration, mardi et vendredi, de 14 à 16 heures, au Collège de France.



“ L'EXPANSION SCIENTIFIQUE
FRANÇAISE ”
23, Rue du Cherche-Midi = PARIS
1923