



Rapport de recherche

1979

Open Access

This version of the publication is provided by the author(s) and made available in accordance with the copyright holder(s).

Centenaire de l'École de Chimie de l'Université de Genève (1879-1979)

Benakis, Achille; Buchs, Armand; Charollais, Etienne; Collet, Raymond; Devaud, Louis;
Joergensen, Christian; Monnier, Robert; Muller, Paul; Oulevey, Georges; Posternak, Théodore;
Verbist, Rémy

How to cite

BENAKIS, Achille et al. Centenaire de l'École de Chimie de l'Université de Genève (1879-1979). 1979

This publication URL: <https://archive-ouverte.unige.ch/unige:35767>

UNIVERSITÉ DE GENÈVE
CENTENAIRE DE
L'ÉCOLE DE CHIMIE
1879-1979



**CENTENAIRE
DE L'ÉCOLE DE CHIMIE
DE L'UNIVERSITÉ DE GENÈVE
(1879 - 1979)**

Ont collaboré à cet ouvrage :

Docteur Achille Benakis, *privat-docent*.

Professeur Armand Buchs, *Département de chimie physique*.

Docteur Etienne Charollais, *chargé de cours*.

Docteur Raymond Collet.

Monsieur Louis Devaud, *directeur adjoint de l'Université*.

Professeur Christian K. Jørgensen, *Département de chimie minérale, analytique et appliquée*.

Professeur Robert Monnier, *ancien directeur de l'Institut d'électrochimie et de chimie technique*.

Professeur Paul Müller, *Département de chimie organique*.

Docteur Georges Oulevey, *administrateur Section de chimie*.

Professeur Théodore Posternak, *ancien directeur de l'Institut de chimie biologique et organique spéciale*.

Monsieur Rémy Verbist, *bibliothécaire Section de chimie*.

Nous remercions les nombreux et généreux donateurs pour l'appui financier qui a permis la réalisation de cette publication.

Les documents publiés dans cette brochure ont été aimablement fournis par:

Le Musée d'Histoire des Sciences de Genève

La Tribune de Genève

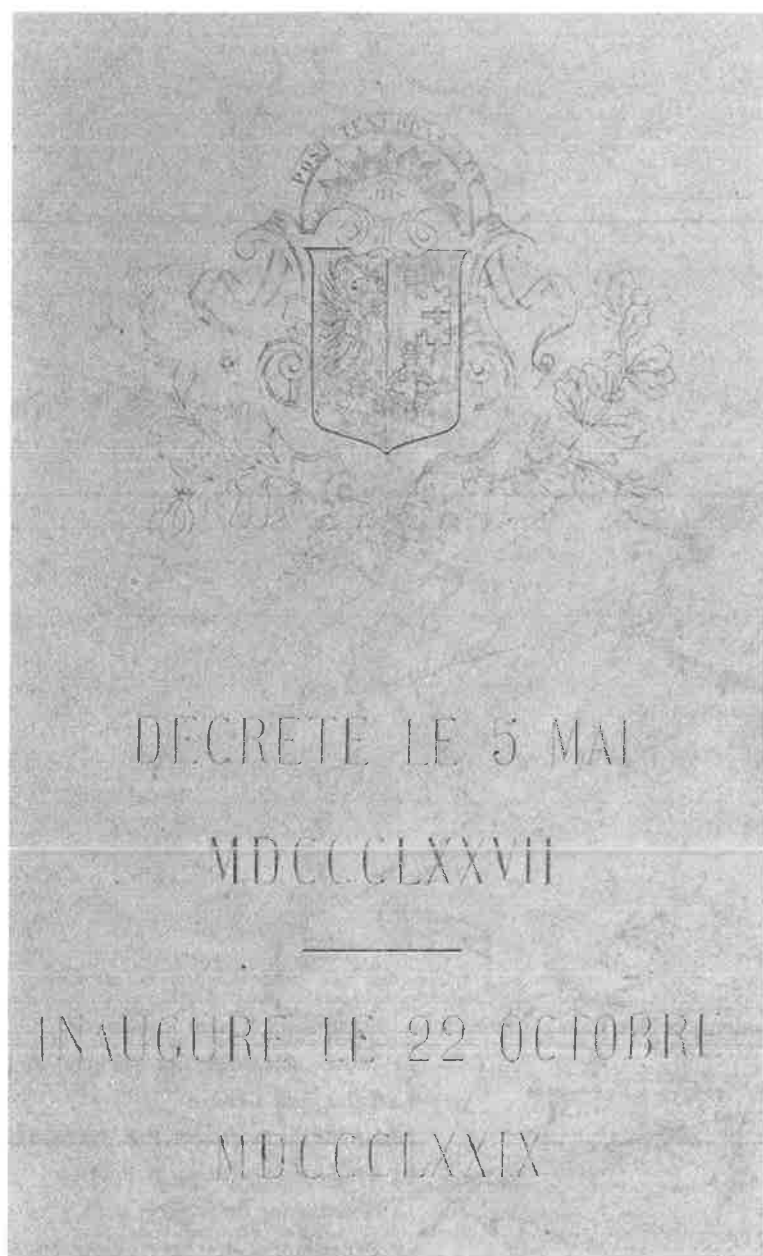
La famille du Professeur P. E. WENGER

La famille du Professeur B. P. SUSZ

La bibliothèque de Sciences II

Le Département des Travaux publics, Genève.

Les autres documents proviennent des collections des Départements de la Section de chimie.



Plaque posée lors de l'inauguration de l'Ecole de Chimie

« La chimie est un art scientifique par lequel on apprend à dissoudre les corps pour en tirer les diverses substances dont ils sont composés, et à les réunir et rassembler pour en faire des corps exaltés. »

Christophe Glaser, 1663

TABLE DES MATIÈRES

CENTENAIRE DE L'ÉCOLE DE CHIMIE DE L'UNIVERSITÉ DE GENÈVE (1879-1979)

- Table des matières	IX
- Avant-propos	XI

LES DÉBUTS DE LA CHIMIE À GENÈVE

- L'enseignement de la chimie à Genève avant 1879	
<i>Raymond Collet</i>	3
- Le pionnier solitaire Marignac – <i>Christian K. Jørgensen</i>	9
- Création d'une école de chimie à Genève – <i>Raymond Collet</i>	17

ÉVOLUTION DE L'ENSEIGNEMENT ET DE LA RECHERCHE À L'ÉCOLE DE CHIMIE

- La chimie minérale, chimie analytique et chimie physique	
Oscillations et redéfinitions à Genève – <i>Christian K. Jørgensen</i>	27
- Philippe Auguste Guye et le développement à Genève de la chimie physique et de la chimie appliquée – <i>Robert Monnier</i>	39
- Chimie organique et chimie biologique – <i>Théodore Posternak</i>	49

AU BORD DE L'ARVE

- D'une école de chimie centenaire... à Sciences II – <i>Louis Devaud</i>	91
---	----

LA SECTION DE CHIMIE

- La section de chimie en 1979 – <i>Armand Buchs - Georges Oulevey</i>	101
- Département de biochimie	109
- Département de chimie minérale, analytique et appliquée	115
- Département de chimie physique	123
- Département de chimie organique	127
- Laboratoire de chimie théorique appliquée	133
- La bibliothèque de la section de chimie – <i>Rémy Verbit</i>	135

AVANT-PROPOS

L'Ecole de Chimie est centenaire! Nous sommes heureux de pouvoir consacrer ce petit livre à l'anniversaire de notre école pour faire revivre son évolution et la présenter au public dans sa forme actuelle.

L'histoire de l'Ecole de Chimie est riche en enseignements. A sa fondation, trois éléments importants étaient réunis qui lui permirent de prendre un départ vigoureux. C'est d'abord la haute renommée scientifique de la chimie genevoise, due aux grands savants tels que *de Marignac* et *Graebe*, qui a joué un rôle certain. D'autre part, Genève et ses autorités de l'époque avaient l'esprit ouvert aux grandes réalisations scientifiques et culturelles. La fondation du Grand Théâtre et celle de l'Ecole de Médecine, qui datent aussi de cette période, témoignent du même esprit d'ouverture. Finalement, un troisième élément s'est joint aux autres, c'est l'élément humain, le geste généreux d'Emile Ador, qui renonça à poser sa candidature pour la succession de Marignac en faveur de Carl Graebe, et l'engagement de Carl Vogt, grand homme de la politique universitaire genevoise, pour la nomination de son compatriote Graebe.

L'heureuse concordance de ces facteurs scientifiques, politiques et humains, qui fut si déterminante pour notre école, constitue un modèle qui a, dans un sens plus large, gardé sa valeur jusqu'à nos jours.

Les années ont passé, et l'Ecole de Chimie a vécu ses périodes brillantes en alternance avec des phases moins spectaculaires. Pendant le siècle écoulé, elle a suivi l'évolution impressionnante de la chimie, une science jeune qui, malgré les progrès scientifiques, a gardé depuis ses origines un certain aspect de mystère et d'irrationalité. Son évolution a donné lieu à de nombreuses découvertes qui marquent la vie moderne. Ces découvertes ont contribué d'une manière importante au bien-être de l'humanité. Néanmoins, l'attitude du public à l'égard de la chimie est devenue de plus en plus critique. Si, vers la fin du XIX^e siècle, il pouvait espérer que la

chimie et les sciences en général seraient capables de maîtriser tous les problèmes de la planète ou même de l'univers et ainsi garantir la prospérité pour l'avenir, il sait maintenant qu'il était trop optimiste. Bien sûr, les connaissances avancent et leurs applications deviennent pléthoriques. Mais on constate que la seule accumulation de biens matériels ne rend pas heureux. L'évolution de notre société à caractère essentiellement agricole du siècle dernier à la société moderne à haute technologie amène à des contraintes et à des diminutions de la liberté individuelle, qui sont considérées de plus en plus menaçantes et insupportables. Dès lors, on n'est pas surpris d'observer que les sciences ne profitent plus des faveurs du public qui aspire à une vie plus proche de la nature, sans toutefois vouloir renoncer aux avantages que lui procure le progrès technologique. La chimie, en particulier, fait peur par ses multiples interventions dans la vie quotidienne dont les effets, à long terme, sont difficiles à prévoir, par le caractère toxique de certaines substances qu'elle produit et par la pollution de l'environnement dont elle est, en partie, responsable. Bien sûr, du côté des chimistes on voit les choses sous un angle différent. L'évolution technologique a des inconvénients incontestables, mais elle est inévitable, voire nécessaire. On ne peut plus imaginer notre société sans les progrès techniques dont elle profite sur le plan économique et social. Un retour en arrière est impossible. Cependant, les critiques adressées à la chimie ne sont pas toujours sans fondement. Pendant trop longtemps les chimistes n'ont pas suffisamment réfléchi à l'impact de leur activité sur la société. Des fautes lourdes de conséquences ont été commises. Mais les problèmes peuvent être résolus si les chimistes tiennent compte d'une manière positive des critiques qui leur sont faites. Cela implique une compréhension plus profonde des phénomènes chimiques et une meilleure vue d'ensemble des applications technologiques et de leurs effets. La chimie est en mesure de perfectionner sa technologie. C'est en maintenant une recherche de haute compétence et en formant des chimistes conscients de leurs responsabilités que l'Ecole de Chimie peut apporter sa contribution.

Un centenaire représente un moment de réflexion. Réflexion sur le passé pour se rendre compte du chemin parcouru, mais aussi réflexion sur l'avenir. Pour cette raison, nous sommes particulièrement heureux du fait que pendant la période du centenaire, la dernière étape de Sciences II peut être inaugurée. Cette inauguration marque la fin d'une période de transition de l'Ecole de Chimie. Les dernières dix années ont vu la construction de Sciences II et le transfert de l'école du vénérable bâtiment du boulevard des Philosophes au bord de l'Arve. En même temps, les nouvelles structures de la Section, selon la loi sur l'Université, ont été mises en place et le nombre d'enseignants et de collaborateurs a été

augmenté de manière considérable. Genève a beaucoup fait pour la chimie durant ces dernières années, et cela malgré la conjoncture défavorable. Nous lui en sommes sincèrement reconnaissants. Ce qui pouvait être fait par les autorités l'a été et un nouveau départ a été donné. Puisse cet effort conduire à une période aussi fructueuse que celle que nous célébrons actuellement.

Genève, septembre 1979

Professeur Paul MULLER

Président de la Section de Chimie

LES DÉBUTS DE LA CHIMIE À GENÈVE

L'ENSEIGNEMENT DE LA CHIMIE À GENÈVE AVANT 1879

Raymond COLLET

L'enseignement de la chimie à Genève remonte au début du XIX^e siècle. La chimie eut trois chaires honoraires confiées à Henri Boissier, Pierre-François Tingry et Charles-Gaspard de la Rive. La première chaire académique est due à la générosité de P. F. Tingry qui, à sa mort, légua à l'Académie sa propriété de Belle Fontaine. Les revenus du produit de la vente de cette propriété devaient permettre de fournir les appointements d'un professeur ordinaire de chimie générale. Gaspard de la Rive était tout désigné pour occuper cette première chaire mais, ayant atteint l'âge de la retraite, c'est Benjamin de la Planche qui fut nommé en 1831. De Marignac lui succéda en 1841. Il occupa cette chaire jusqu'en 1878. Les professeurs nommés peu de temps avant l'inauguration de l'Ecole de Chimie furent Emile Ador et Denys Monnier.

Il faut se souvenir que les précurseurs de la chimie genevoise travaillaient dans leurs laboratoires personnels. C'est en 1818 qu'eut lieu l'installation du Musée académique dans l'ancien hôtel du Résident de France, à la Grand'Rue. Dans cet immeuble prirent place les collections scientifiques acquises ou données. On y installa également des auditoires de philosophie et des laboratoires. Ce n'est qu'au début de 1872 que les cabinets de chimie et de physique du Musée académique furent transférés dans les sous-sols du bâtiment des Bastions qui venait d'être achevé.

Les savants genevois de cette époque se sont distingués davantage par leur don d'interprétation et de vulgarisation que par celui d'invention. Il serait injuste de méconnaître le mérite de ceux qui, étant à l'affût de faits nouveaux, se sont imposés la tâche de les contrôler et d'en chercher la véritable signification.

Pierre-François TINGRY (1743-1821) naquit à Soissons. Il étudia la chimie à Paris. Il vint à Genève en 1770 pour y exercer la profession de pharmacien. La pharmacie Le Royer & Tingry, située à la rue basse des Allemands, était le lieu de rendez-vous des savants de la ville. Tingry se lia intimement avec des savants tels que de Saussure et Sénebier. De Saussure le chargea de donner un cours de chimie spécialement destiné aux artistes. Il s'en acquitta avec le plus grand succès.

Tingry construisit des appareils destinés à préserver les doreurs des atteintes du mercure. On lui doit également un traité sur les vernis. Ce traité devint un ouvrage classique. Il fit des analyses d'eaux minérales. Tingry rédigea divers mémoires, dont un sur la nature des remèdes antiscorbutiques de la famille des crucifères ; et un autre sur la théorie des émaux.

Charles Gaspard de la RIVE (1770-1834) fut à la fois magistrat, homme du monde, réformateur de l'Hospice des aliénés, Recteur de l'Académie, professeur de chimie pharmaceutique et physicien. De la Rive entreprit des études de droit à Genève, puis il dut s'exiler. Il se rendit à Edimbourg où il étudia la médecine. De retour à Genève en 1799, il fut appelé à diriger l'Hospice des aliénés qu'il réorganisa. Il quitta bientôt la médecine pour se consacrer à l'étude de la physique et de la chimie. En 1802, il fut nommé titulaire de la chaire de chimie pharmaceutique, puis de la chimie générale (1819-1834).

Il avait installé un superbe laboratoire dans sa maison de Presinge. Sa pile de Volta, composée de 500 éléments, passait pour la plus grande du continent. Cette pile fut construite sur le modèle de celle qu'il avait vue en Angleterre chez Humphrey Davy. La maison des de la Rive était fréquentée par Davy, Faraday, Berzélius, Ampère, Arago et, plus tard, par Dumas, Regnault, Tyndall, Helmholtz.

Parmi les travaux de Gaspard de la Rive, nous citerons ses recherches sur l'arsenic, sur la conversion de l'amidon en sucre, sur le traitement des métaux précieux. De la Rive n'était pas indifférent aux grandes découvertes de son époque : la théorie atomique dont il fut un zélé défenseur, l'influence chimique de l'électricité. La théorie des proportions chimiques, les lois générales de la chimie retinrent tour à tour son attention.

Henri BOISSIER (1762-1845) débuta dans les lettres. Comme beaucoup d'autres, il fut irrésistiblement poussé vers l'étude des sciences. Boissier

occupa une chaire de chimie appliquée aux arts (1809-1810). Il écrivit plusieurs mémoires sur la décomposition de l'eau par les métaux. Henri Boissier fut recteur de l'Académie pendant 18 ans. Il prit sa retraite en 1839, et consacra les dernières années de sa vie à l'archéologie et à la littérature, objets de ses premières études.

Théodore de SAUSSURE (1767-1845) était le fils du célèbre Horace-Bénédict de Saussure. Il fut certes moins célèbre que son père, mais fut néanmoins considéré à Londres et à Paris comme l'un des chimistes les plus en vue de son époque. La révolution le força à quitter Genève. Il en profita pour visiter l'Angleterre et l'Ecosse. A son retour, il se consacra entièrement à la chimie, et plus particulièrement à la chimie des végétaux. Il travailla en silence pendant sept ans et publia en 1804 un ouvrage qui fit date. «De Saussure a, le premier, signalé l'importance des matériaux solides pour les végétaux et la source où ils les prennent et il faut ajouter qu'à cette époque beaucoup de naturalistes croyaient encore que les plantes étaient susceptibles de créer de toutes pièces les éléments, même inorganiques, dont elles avaient besoin. Il a le premier montré l'importance des sels alcalins et des phosphates dans la culture des céréales.» De Saussure fut considéré, par les chimistes de son époque, comme le fondateur de la chimie agricole. Il fit d'autres travaux sur l'absorption des gaz par le charbon de bois, sur l'analyse de l'alcool, de l'éther, du pétrole. Il détermina dans différentes conditions et à diverses altitudes la teneur de l'air en acide carbonique. Il préconisa un nouveau procédé pour évaluer la proportion de l'oxygène dans l'air.

Alexandre MARCET (1770-1822) fit des études de droit. Les événements politiques le forcèrent à s'expatrier en Angleterre avec Théodore de Saussure. Après son retour, de nouveaux troubles éclatèrent et il fut exilé. Il se rendit alors, en compagnie de son ami G. de la Rive, à Edimbourg où il entreprit des études de médecine. Mais la chimie l'attirait, surtout la chimie physiologique. Il s'intéressa également à des problèmes de chimie analytique. Il analysa diverses eaux minérales, l'eau de la mer Morte...

Il inventa un appareil qui porte son nom, la lampe Marcet. Il fut très vite lié avec le grand savant suédois Berzélius. Il tenta en vain de l'attirer à Genève. Marcet mourut subitement en 1822 lors d'un voyage à Londres.

Auguste de la RIVE (1801-1873) était le fils de Gaspard de la Rive. Il ne tarda pas à se spécialiser dans des investigations sur l'électricité. Ses expériences firent triompher la théorie chimique de la pile. Mais la

découverte qui a le plus popularisé le nom d'Auguste de la Rive est celle de la dorure galvanique. Il cherchait depuis longtemps à remplacer la dorure au mercure, si nuisible à la santé des ouvriers, par le dépôt galvanique. Déjà en 1825, il avait réussi par ce procédé à obtenir des dépôts de platine, mais ce ne fut qu'en 1840 qu'il parvint à dorer l'argent et le laiton, en faisant usage d'un faible courant et d'une solution diluée de chlorure d'or. Cette invention lui valut un prix de 3000 francs de l'Académie des Sciences de Paris.

Benjamin de la PLANCHE (1800-1841) fit des études à l'Ecole polytechnique, puis à l'Ecole des Mines. Il enseigna les mathématiques élémentaires de 1826 à 1831, la chimie de 1831 à 1835, la minéralogie et la géologie de 1835 à 1841.

Emile ADOR (né à Genève en 1845) avait fait de solides études de chimie à Berlin et à Zürich. Revenu à Genève en 1872 avec le grade de docteur, il paraissait avoir sa place marquée dans l'enseignement universitaire. Il commença par remplacer, pendant les années 1874-1878, dans son cours de chimie organique, le professeur de Marignac, dont il était devenu le gendre.

Lorsque celui-ci prit définitivement sa retraite, Ador semblait tout désigné pour lui succéder. Mais, soit par modestie exagérée, soit par manque d'ambition personnelle, il ne voulut pas accepter de charge officielle. Sur sa proposition et sa recommandation, le professeur Græbe fut appelé en 1878 à la chaire de chimie. Ador fut l'un des fondateurs de la Société de chimie de Genève. Ses travaux se rapportent presque tous à l'étude des corps tirés du goudron de houille.

Denys MONNIER (1834-1898) naquit à Nyon. Il fit ses études à Lyon puis à Paris. Il commença sa carrière comme pharmacien à Nyon où il avait succédé à son père. En 1872, il quitta cette ville pour venir se fixer à Genève où le professeur Carl Vogt lui confia la place de chef de son laboratoire. En 1876, il fut nommé professeur de chimie biologique. Puis il se rendit en Allemagne, dans les principales villes universitaires, pour y étudier l'aménagement des instituts de chimie. Il contribua, pour une part importante, à l'élaboration des plans de l'Ecole de Chimie. Après la construction de cet établissement, il fut chargé de l'enseignement et de la direction des laboratoires de chimie analytique.

Denys Monnier fut l'un des premiers à Genève à s'occuper de la défense du vignoble contre le phylloxera; il imagina un mode nouveau

d'application du sulfure de carbone et de l'anhydride sulfureux liquide. Il inventa plusieurs appareils destinés à l'analyse chimique, parmi lesquels on peut citer un uromètre, un appareil pour le dosage gazométrique de l'acide nitrique, ainsi qu'un méthanomètre automatique qui fut primé dans plusieurs expositions. Monnier a établi des tableaux systématiques pour l'analyse qualitative, présentés d'une façon originale et très pratique.

Charles BORGEAUD, Histoire de l'Université de Genève. L'Académie de Calvin dans l'Université de Napoléon (1798-1814), Genève, 1909.

Charles BORGEAUD, Histoire de l'Université de Genève. L'Académie et l'Université au XIX^e siècle (1814-1900), Genève, 1934.

Emile YUNG, Aperçu historique sur l'activité des savants genevois au XIX^e siècle, « Genève-Suisse » Livre du centenaire, Genève, 1914.

Frédéric REVERDIN, Notes biographiques sur les chimistes ayant pris part à la fondation de la Société helvétique des Sciences naturelles. Actes S.H.S.N. 97 - II - 1915.

LE PIONNIER SOLITAIRE MARIGNAC

Christian K. JØRGENSEN

Des 106 éléments connus, deux ou trois ont été trouvés en Suisse. Il n'y a pas de doute que Marignac a découvert le gadolinium (avec le numéro atomique $Z = 64$) en 1880, et l'ytterbium ($Z = 70$) en 1878. Le troisième élément, plus discutable, est aussi un lanthanide, le holmium ($Z = 67$). Louis Soret, professeur de physique à l'Université de Genève, a supposé que quelques bandes d'absorption d'une solution des sels de l'erbium ($Z = 68$) correspondent à un constituant mineur. Les longueurs d'onde de ces bandes identifient leur origine comme holmium, mais il est communément admis (1) que cet élément, ainsi que notre erbium et le thulium ($Z = 69$), ont été séparés par Cleve à Uppsala en 1879. Malheureusement, l'état de santé de Marignac s'est gravement détérioré à cette époque et il a démissionné de l'Université de Genève en 1878, même s'il continuait à travailler dans un laboratoire installé dans sa maison, rue Senebier. Son gendre, Emile Ador, a écrit une biographie (2) remarquable et détaillée.

Jean-Charles Galissard de Marignac est né le 24 avril 1817 à Genève. Il descendait d'une famille noble du Languedoc, qui a cherché refuge à Genève depuis 1733. Son père, Jacob de Marignac, était juge et, pendant quinze ans, conseiller d'Etat. Sa mère était la soeur du grand savant Elie Le Royer, qui réunissait dans sa maison tant de chercheurs pour discuter. Le jeune Charles Marignac (comme il signait) suivait les cours de l'Académie de Genève et a pris goût aux mathématiques. Il entra à l'Ecole Polytechnique de Paris en 1833 et sortait deux ans après au premier rang. De 1837 à 1839, il étudia à l'Ecole des Mines et fut chargé de missions scientifiques en Suède, en Norvège, au Danemark et en Allemagne. L'hiver de 1840, il passait à Giessen, dans le laboratoire de Liebig. Il aurait pu obtenir de brillantes positions en France ou en Allemagne, mais il

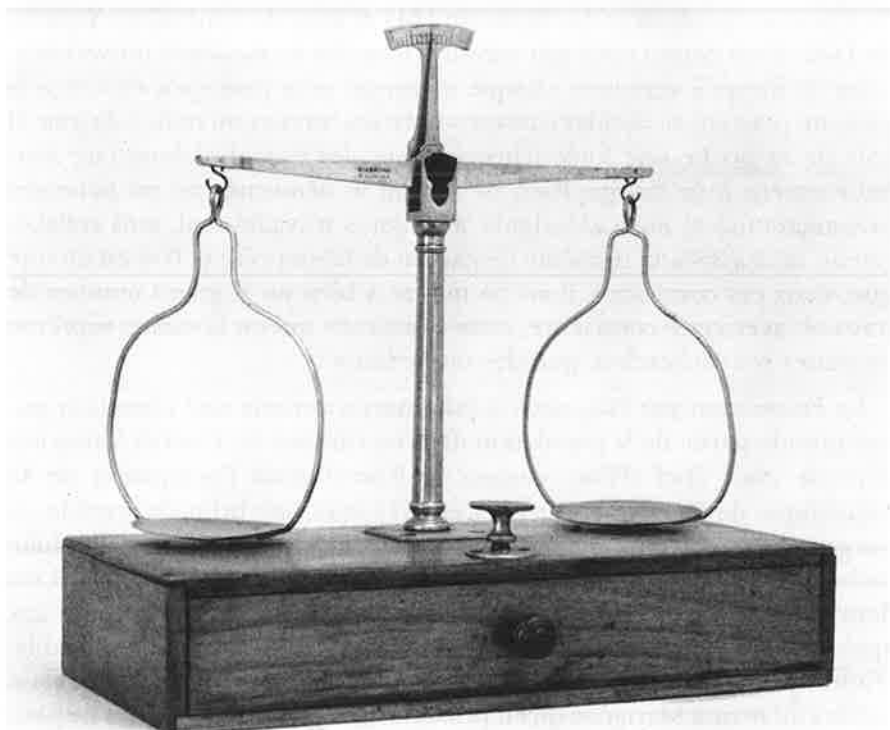


Jean-Charles Galissard de Marignac (1817-1894)

accepte de remplacer Benjamin De la Planche à l'Académie de Genève, où il est nommé professeur de chimie en 1841 et aussi de minéralogie à partir de 1845. Il est connu pour son travail acharné et sa modestie proverbiale. Ador (2) dit qu'il «emporte chaque matin un petit pain qu'il dévore à la hâte, ne pouvant se décider à interrompre ses travaux au milieu du jour. Il paie de sa poche une foule d'instruments ; les frais du laboratoire sont entièrement à sa charge. Rien ne saurait le détourner de ses patientes investigations» et aussi «Marignac a toujours travaillé seul, sans collaborateur, sans assistant, ni même de garçon de laboratoire et l'on est étonné que, dans ces conditions, il ait pu mener à bien un si grand nombre de travaux, avec cette conscience, cette exactitude qui est le cachet suprême de toutes ses recherches, grandes ou petites.»

Le Protectorat par Napoléon a été ressenti comme une libération par une grande partie de la population dans les cantons de Vaud et Valais (où l'évêque était chef d'Etat, comme à Rome) mais l'occupation de la République de Genève entre 1798 et 1813 était une brimade terrible, et Borgeaud (3,4) raconte avec maints détails l'incidence d'une gallophilie cachée ou passive sur l'éligibilité d'un professeur dans l'Académie. Il est donc intéressant de noter que les passions se soient calmées trente ans après et que l'éducation supérieure en France soit devenue acceptable. D'autre part, il est aussi instructif (2) que le ministre français des travaux publics ait écrit à Marignac qu'en principe un ingénieur des mines ne peut pas quitter le service de l'Etat (de Louis-Philippe), mais que l'on concède une exception bienveillante pour lui.

Le centre de l'activité scientifique de Marignac est la détermination des *poids atomiques*. Il est mondialement reconnu comme un des deux ou trois plus grands spécialistes de ce travail minutieux et ingénieux, et il a déterminé le poids atomique de 28 éléments (plus d'un tiers des connus alors) en commençant en 1842 avec l'oxygène, le chlore, le potassium et l'argent (les bases des meilleures méthodes gravimétriques) jusqu'au magnésium, manganèse, zinc et bismuth en 1883. Le poids atomique (en dehors de son utilité analytique) était le seul vrai paramètre qui caractérisait un élément et il est important de noter qu'aussitôt *l'hypothèse d'Avogadro* a été acceptée à Karlsruhe au congrès de 1860, une dizaine de savants ont pu proposer des classifications périodiques des éléments dont la plus cohérente est celle de Mendeleev (5). Le problème fondamental est que l'analyse quantitative ne peut donner que le poids d'équivalent, par exemple la quantité de l'élément lié avec 35,45 g de chlore dans un chlorure. Il faut d'autres arguments pour déterminer le nombre d'oxydation comme le rapport entre le poids atomique et le poids d'équivalent. Même dans les cas où deux nombres d'oxydation existent, le rapport



La balance utilisée par Marignac pour la détermination des poids atomiques

entre les deux poids d'équivalent comme 1:2 peut être aussi bien interprété comme cuivre (I) et cuivre (II) ; étain (II) et étain (IV) ; ou chrome (III) et chrome (VI). On est plus facilement convaincu par le rapport 3:5 suggérant M (III) et M (V) pour M = phosphore, arsénic et antimoine. L'hypothèse d'Avogadro fournit des arguments décisifs, quand les composés gazeux sont accessibles, mais elle a simplement des exceptions, comme la dimérisation partielle de NO_2 , la dissociation en équilibre de PCl_5 en PCl_3 et Cl_2 , et la précipitation de cristaux de NH_4Cl d'un mélange chaud de NH_3 et HCl gazeux. Marignac étudiait la chaleur de cette réaction et il prouvait avec Louis Soret que l'ozone est un trimère homo-atomique O_3 tandis que l'hypothèse d'Avogadro conduit à O_2 pour l'oxygène stable, comme H_2 , N_2 et I_2 mais en contraste de P_4 , S_8 et la vapeur de mercure monatomique. Il est remarquable que ses travaux, ainsi que ses études d'hydrate de l'acide sulfurique, aient profondément

influencé les recherches chimiques à Genève depuis. Marignac n'a jamais accepté l'idée d'une valence invariable de chaque élément (sauf quelques métaux très électropositifs) qui a conduit aux formules comme Cr_2Cl_6 avec une liaison triple entre les deux atomes de chrome (sans discuter la vapeur Al_2Cl_6) et $\text{Cl}_2\text{FeFeCl}_2$ en analogie du calomel ClHgHgCl .

Marignac était attiré vers *l'hypothèse de Prout* que tous les poids atomiques sont des multiples entiers de l'hydrogène, mais en même temps retenu par les faits indiscutables de ses travaux sans compromis. Il réalisait que l'hypothèse de Prout bénéficie d'un support statistique vertigineux. Si l'on compare les poids atomiques actuels des 81 éléments non-radioactifs, plus le thorium et l'uranium, 39 tombent dans les intervalles $(A-0,10)$ à $(A+0,05)$ où A est un entier, et l'on sait aujourd'hui que 21 de ces éléments n'existent dans les minerais que sous forme d'un seul isotope, 11 autres contiennent moins que 2 pour cent de leurs isotopes rares (et parfois faiblement radioactifs), deux paires (brome et europium) ont très près de 50 pour cent de deux isotopes A et $(A+2)$, et 5 autres cas (lithium, chrome, sélénium, molybdène et ytterbium) sont des «vrais» accidents. La déviation de 39 relatives à $0.15 \cdot 83 = 12.45$ est frappante et l'excès de 26 éléments dans l'intervalle aurait la probabilité $(83 !)/(0,15)^{39} (0,85)^{44} / (44 !)$ $(39 !)/44 ! = 4,2 \cdot 10^{-12}$ si vraiment la distribution des poids atomiques était aléatoire. L'existence d'isotopes (préconisée par Crookes) était sans fondement expérimental, aussi long que les échantillons d'un même élément ne montraient pas de différences perceptibles (ce phénomène a été découvert en 1913 dans le plomb avec un excès de l'isotope 208 dans les minerais de thorium, et 206 dans les minerais d'uranium). Marignac se posait des questions profondes qui sont encore d'une surprenante actualité. Pendant l'époque 1931-1978, le consensus général était que le noyau consiste en Z protons et $(A-Z)$ neutrons, en glissant sur le fait que la somme des poids atomiques de 90 protons et de 142 neutrons est 234, deux unités plus élevée que thorium 232. Mais maintenant, on est convaincu (6,7) qu'il y a trois quarks «dans» chaque proton et chaque neutron, et la notion de «constituant» n'a plus du tout la même signification qu'avant 1896 (quand Becquerel a découvert la radioactivité).

Pour l'analyse quantitative par gravimétrie, il est indispensable de se procurer des cristaux sans impuretés incorporés. C'est une des raisons pour laquelle Marignac s'intéressait à l'isomorphie des sels (2). Par exemple, il démontrait l'isomorphie des sels des ions MF_6^{-2} (M = silicium, titane, zirconium,...) avec NbOF_5^{-2} et $\text{WO}_2\text{F}_4^{-2}$. Dans l'étude de ces complexes octaédriques, Marignac est un des précurseurs des plus importants d'Alfred Werner, par exemple en comparant les consé-

quences de substitution de fluor par oxygène. Contrairement à la valence dans la chimie organique, le critère le plus important pour substitution dans les composés isomorphes est un rayon ionique comparable, mais pas nécessairement le même état d'oxydation. Les systèmes biologiques contiennent des protéines (et autres polymères) où les mêmes critères s'appliquent (comme la substitution in vitro du calcium (II) par les lanthanides trivalents), et la minéralogie montre de nombreux cas de non-stoichiométrie, comme le remplacement de sodium (I) et silicium (IV) par une quantité équivalente de calcium (II) et aluminium (III). Il est bien connu que Werner a élaboré son modèle de complexes octaédriques, quadratiques et tétraédriques sans encore connaître des structures cristallines obtenues par diffraction de rayons X. Il vaut la peine de souligner que l'existence même des atomes était considérée comme une extrapolation téméraire par beaucoup de chimistes avant 1900, et Berthelot discutait cette question avec Marignac qui avait l'esprit ouvert et attendait l'avenir (2).

Marignac a fait progresser fortement la chimie de plusieurs éléments, comme le niobium et le tantale, et il a isolé en 1862 le premier hétéropolyacide ($\text{H}_4\text{SiW}_{12}\text{O}_{40}$ hydraté) et est ainsi le pionnier d'un très grand champ de synthèse. Il semble cependant que le sommet de ses recherches est situé chez les *terres rares*. Mosander (un proche collaborateur de Berzelius) publiait en 1843 les raisons pour penser qu'il y ait cinq lanthanides ; lanthane, cérium, didyme (séparé en 1885 en praséodyme et néodyme par Auer von Welsbach), terbium et erbium. Marignac a déterminé les poids d'équivalents des trois premiers en 1849. Quatre ans après, il prépare un grand nombre de composés de didyme. Il y a eu une longue incertitude autour de la question de savoir si les lanthanides étaient bivalents ou trivalents. Notre point de vue (trivalence) était proposé par le Suédois Cleve, mais rencontrait la difficulté que les oxydes de lanthane et didyme rendent l'eau perceptiblement alcaline et chassent l'ammoniac des sels d'ammonium, comme font les alcalino-terreux. Les oxydes sont beaucoup plus basiques que d'autres sesquioxides, comme ceux de l'aluminium, de l'indium et du bismuth. En 1874, Marignac a proposé que l'on détermine la chaleur spécifique d'un lanthanide métallique pour utiliser la loi de Dulong et Petit et cet argument était finalement en faveur de la trivalence. Il ne faut pas oublier à ce point que la loi de Dulong et Petit souffre une exception pour le béryllium métallique (dont la chimie est très semblable à l'aluminium) et est plutôt en faveur d'un poids atomique 13,5 dérivé du poids d'équivalent 4,5. Malheureusement, la loi d'Avogadro a aussi échoué, parce que la vapeur de chlorure de béryllium est, en partie, dimérisée. Mendeleev avait besoin

d'une place pour le bore dans la troisième colonne dans son Tableau Périodique de 1869 et il a déplacé le béryllium au début de la colonne 2. Il faut dire que l'attitude de Mendeleev (5) était beaucoup plus équivoque à l'égard des terres rares (assez encombrantes par leur attroupement massif) et ne voulait parler que des six établies depuis 1843.

Le terbium n'a été découvert par Mosander que sous forme de traces de terbium (IV) colorant les oxydes mixtes en orange ou brun. Autour de 1879, il y avait une activité fébrile pour séparer les mélanges composés incolores de l'yttrium ($A=89$) et plusieurs éléments ayant A entre 150 et 165. Comme le nom «dysprosium» l'indique, les rayons ioniques comparables rendent la séparation de l'yttrium (beaucoup plus abondant) très difficile. En 1880, Marignac a isolé un de ces éléments pour qui Lecoq de Boisbaudran (qui travaillait aussi dans ce domaine et avait découvert le samarium en 1879, ainsi que le gallium) a proposé le nom de *gadolinium*. Déjà en 1878, Marignac a découvert l'*ytterbium* (8) dont l'oxyde a des propriétés basiques entre l'erbium et le scandium ($Z=21$, $A=45$) découvert par Nilson en 1879. L'isolation a été faite avec des moyens purement chimiques et, contrairement au cas de la plupart des lanthanides, la spectroscopie n'a en rien contribué. Marignac ne pouvait pas savoir que les transitions caractéristiques qui ont aujourd'hui des applications techniques (9) sont dans l'ultraviolet dans le cas du gadolinium (III) et dans l'infrarouge pour l'ytterbium (III).

Cela a été une horrible frustration pour Marignac qu'il ne puisse plus travailler dans le laboratoire durant les dernières dix années (2) qui ont précédé le 15 avril 1894. Il est enterré au cimetière de Plainpalais (rue des Rois), une vingtaine de mètres séparant sa tombe de celle du chimiste anglais Humphrey Davy (mort à Genève en 1829) qui, en 1807 avait produit le premier, par l'électrolyse, du sodium et du potassium métalliques et en 1808, du magnésium, du calcium, du strontium et du baryum et a ainsi confirmé d'idée de Lavoisier que les alcalino-terreux sont en effet les oxydes des métaux réactifs.

Tous les contemporains de Marignac ont été frappés de voir que Marignac ne considérait pas la science comme un outil pour obtenir soit la gloire, soit des gains, soit le pouvoir, mais que sa motivation profonde était un désir de comprendre. Dans ce sens, il représente une catégorie sociologique qui est l'équivalent de quelques millionnières de la population dans beaucoup de pays pour le moment, mais peut-être de l'ordre de grandeur de 10^{-4} à Genève. Les minorités les plus minimes peuvent être utiles, sinon indispensables, comme les leucocytes dans le sang ou les grands navigateurs et explorateurs dans les sociétés. Il y a un éclat juvénile

chez les gens qui n'acceptent aucun remplacement de leur satisfaction de découvrir.

1. M.E. WEEKS, The Discovery of the Elements. American Chemical Society Publications, Easton, Penn. (7.Ed.), 1968.
2. E. ADOR, Archives des Sciences (Genève), 32, (1894), pp. 5 et 183.
3. C. BORGEAUD, Histoire de l'Université de Genève 2. L'Académie de Calvin dans l'Université de Napoléon 1798-1814. Georg, Genève, 1909.
4. C. BORGEAUD, Histoire de l'Université de Genève 3. L'Académie et l'Université au XIX^e siècle. Georg, Genève, 1934.
5. J.W. VAN SPRONSEN, The Periodic System of Chemical Elements. Elsevier, Amsterdam, 1969.
6. J. MULVEY, Nature 278, (1979), 403.
7. C.K. JØRGENSEN, Archives des Sciences, Genève, 1979.
8. C.K. JØRGENSEN, Chimia, (Zürich) 32, (1978) 89.
9. R. REISFELD et C.K. JOERGENSEN, Lasers and Excited States of Rare Earths. Springer, Berlin, 1977.

CRÉATION D'UNE ÉCOLE DE CHIMIE À GENÈVE

Raymond COLLET

La création d'une Ecole de Chimie a été décidée par le Conseil d'Etat radical de 1875. Voici un extrait du rapport présenté par M. Carteret lors de la séance du 3 mars 1877 (1) :

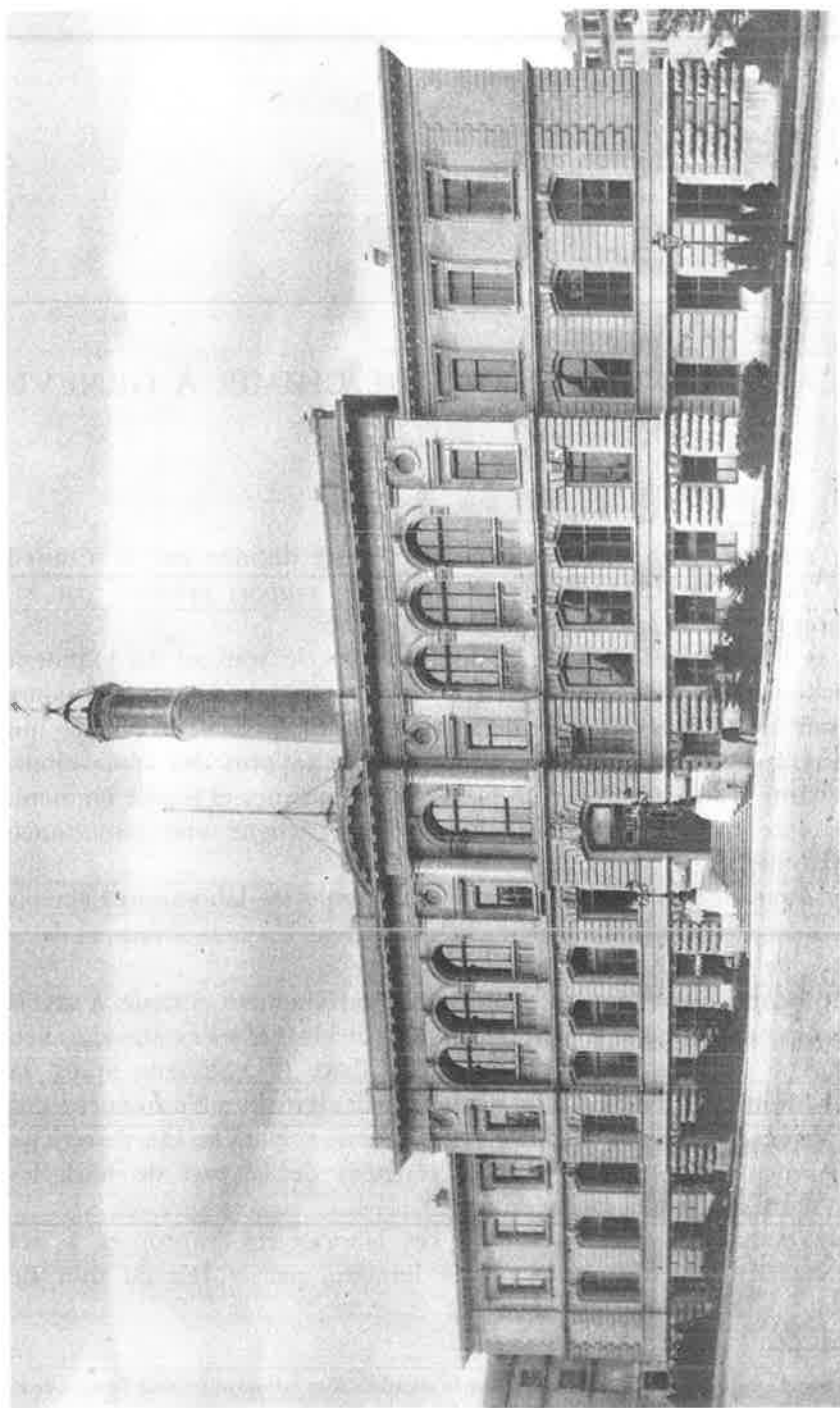
«Les laboratoires de chimie installés dans le sous-sol du bâtiment universitaire sont devenus insuffisants par suite du nombre toujours croissant des élèves, désireux de se vouer à l'étude de cette science qui domine aujourd'hui toutes les autres sous le rapport des applications. Son champ d'activité prend des proportions énormes et le rôle éminemment utile qu'elle joue dans l'industrie lui assigne une importance exceptionnelle...

En outre de leur dimension trop restreinte, les laboratoires actuels présentent de nombreux inconvénients, parmi lesquels il faut signaler le manque absolu de ventilation...

Cet inconvénient provient d'une cause parfaitement connue, à savoir que les gaz tendent à se répandre dans les corridors et les escaliers, au lieu de suivre les canaux tortueux placés dans le bâtiment après sa construction. Des odeurs plus ou moins désagréables s'échappent des laboratoires, remplissent l'édifice et présentent, suivant les cas, de sérieux inconvénients. De là des plaintes répétées de la part de MM. les professeurs des autres facultés...

Une deuxième cause qui rend ces laboratoires impropres à des études sérieuses est le manque de lumière, par le fait du mur de

1. Deuxième rapport du Conseil d'Etat sur la création d'un laboratoire pour l'étude de la chimie. Mémorial du Grand Conseil, 3.3.1877.



L'Ecole de Chimie en 1879

soutènement de la promenade des Bastions, lequel forme un écran qui masque le ciel. En effet, dans les laboratoires au système nouveau qui existent en Allemagne déjà depuis plusieurs années, on envisage comme une condition indispensable que chaque élève ait, de sa place, une échappée du ciel, afin de pouvoir bien juger la couleur des précipités et des liqueurs...

Le besoin de plus de place dans le bâtiment universitaire oblige le Conseil d'Etat à vous proposer la construction d'un édifice consacré à la chimie....

A ces considérations, nous pouvons ajouter que les laboratoires pour manipulations jouent actuellement le rôle principal dans l'étude de la chimie et qu'il sera tout à fait facile, avec la nouvelle installation, de former complètement à Genève des élèves de pharmacie.»

Le Conseil d'Etat a délégué en Allemagne deux experts, un professeur de chimie, M. Denys Monnier et un architecte, M. Bourrit pour étudier l'installation des laboratoires établis récemment dans ce pays qui occupe une place importante dans la science comme chacun le sait. Le plan présenté est une réduction de celui de l'Ecole de Chimie de Bonn.

Plusieurs membres du Grand Conseil ont manifesté le désir de voir s'installer dans le nouveau bâtiment de chimie un laboratoire destiné aux recherches des falsifications des substances alimentaires.

«MM. les professeurs, nous en avons l'assurance, ne refuseraient pas de faire gratuitement les analyses, ce qui serait nécessaire pour que cette institution cheminât convenablement...

Afin de prévenir une objection qui pourrait nous être faite, nous croyons devoir donner l'assurance que, d'après toutes les informations recueillies, aucun danger ni inconvénient provenant des exhalaisons ne résulte du voisinage d'une école de chimie, moyennant qu'il soit pourvu à une ventilation efficace des laboratoires...

Au point de vue constructif, nous nous bornerons à faire observer que les murs d'un établissement de ce genre étant littéralement criblé de canaux, il serait imprudent de prétendre réaliser des économies au détriment des épaisseurs de mur ou du choix des matériaux.»

Le devis établi prévoyait une dépense de 645 000 francs pour le bâtiment proprement dit, 213 000 francs pour le chauffage, la ventilation, les aménagements et le mobilier, 35 000 francs pour les aménagements extérieurs, 24 000 francs pour les «appareils et ustensiles». M. Carteret terminait par ces mots : «Ce rapport aurait été écrit en vain, s'il n'avait pas mis en lumière la haute influence de la science pure sur les découvertes de l'industrie. Si par malheur, le foyer scientifique devait s'affaiblir ou



Laboratoire de chimie analytique, salle d'analyses quantitatives

s'éteindre un jour, les arts pratiques seraient voués à une décadence rapide.»

Le projet de loi adoptant ce projet date du 13 février 1877 ; il prévoit l'octroi d'un crédit de 967 000 francs. Il est prévu que la somme de 500 000 francs sera prise sur le solde des fonds provenant de la succession Brunswick. Les choses allèrent très rapidement puisqu'en décembre 1877, les fondations étaient déjà terminées. La pose de la première pierre eut lieu à Pâques de l'année suivante.

C'est le 22 octobre 1879 que la nouvelle Ecole de Chimie fut inaugurée.

ECHOS DE LA PRESSE DE L'ÉPOQUE

Inauguration de l'Ecole de Chimie

«Depuis hier matin, le drapeau fédéral flottait fièrement sur le nouveau bâtiment de chimie qu'il s'agissait d'inaugurer...

A deux heures se trouvaient réunis dans le confortable amphithéâtre un grand nombre d'invités.»

Comme la séance commence avec un léger retard, le chroniqueur s'occupe à promener un regard sur l'assistance qui, dit-il, «vaut la peine d'être examinée. On reconnaît la plupart des sommités politiques, scientifiques et littéraires de notre ville...même la théologie est largement représentée. Quelque chose passe dans les coulisses représentées par le laboratoire : la séance va commencer.

M. Carteret apparaît suivi de M. Aimé Bouvier, secrétaire du Département de l'Instruction publique ; à droite du président s'assied M. Marc Monnier, recteur de l'Université, à sa gauche, M. Denys Monnier.

M. Carteret ouvre la séance en faisant ressortir l'importance de cette nouvelle construction qui marque le pas colossal fait par la chimie dans ces dernières années. Le bâtiment a été construit avec les derniers perfectionnements introduits dans ce genre d'édifice. M. Marc Monnier, recteur, remercie les Conseils de la République et surtout le peuple de Genève qui ont permis d'élever à une science de plus en plus importante, un véritable monument. L'orateur rend un hommage mérité à la mémoire de M. Tingry, au talent modeste de M. de Marignac. M. Denys Monnier, professeur de chimie analytique, expose le développement considérable de la chimie dans ces dernières années.»

Les invités se dispersent dans l'édifice, et, sous la conduite de MM. Monnier et Bourrit, font une visite détaillée des différents laboratoires. Le chroniqueur écrit : «Nous marchons d'éblouissement en éblouissement. Ce n'est plus le temps du moyen-âge où l'alchimie, cachée dans ses antres ténébreux, cherchait la pierre philosophale, la poudre mystérieuse qui devait redonner la jeunesse et rendre immortel. Tout cela est bien loin. La lumière pénètre à pleins flots dans les laboratoires qui n'ont plus rien de mystérieux.

A quatre heures et demie, tous les invités se retrouvent à nouveau réunis dans une salle du sous-sol où, sur une table rustique, les attendait une collation...

M. Vogt, dans un toast humoristique, écouté avec attention, remercie tous ceux qui ont contribué à nous doter de cette école si confortable, si achevée dans tous ses détails ; il lui vient pourtant un scrupule : se reportant à l'époque où il était à l'école du fameux Liebig, comparant le laboratoire rudimentaire – où il travaillait dans sa jeunesse et dans lequel il fallait tout faire de ses propres mains, et forger soi-même ses instruments – avec l'installation actuelle, l'honorable professeur craint que les étudiants, une fois sortis de l'école et livrés de nouveau à leurs

propres ressources, ne soient pas toujours aussi ingénieux et capables de tirer parti de tout. Pour terminer, le professeur Raoul Pictet porta un toast à M. de Marignac qui a voulu prendre une retraite prématurée.»

Tribune de Genève

23 octobre 1879

Une visite à l'Ecole de Chimie

«Presque tous les habitants de Genève connaissent maintenant, au moins pour son architecture extérieure, la nouvelle école de chimie dont l'inauguration officielle a été récemment célébrée.

Mais une façade, quel que puisse être du reste son mérite, et bien qu'elle soit dominée par une haute cheminée en forme de minaret, ne donne qu'une idée bien vague au passant de ce que peut être l'aménagement intérieur, la disposition des salles, la destination qu'on leur attribue et le plan général qui a guidé l'architecte dans l'exécution de cet important et beau travail...

En arrivant à l'Ecole de Chimie, on croit entrer dans un palais... Nous voici dans la partie centrale du sous-sol où l'on parvient sans peine, grâce à des corridors et à des escaliers très bien disposés. Nous voyons une grande chaudière construite à Winterthour par les frères Sulzer. Elle est destinée à plusieurs fonctions importantes : c'est cette chaudière qui envoie la vapeur et l'eau chaude dans tout l'édifice, elle alimente tous les calorifères des salles, elle donne la force motrice au grand ventilateur que l'on a placé à la base de la cheminée d'appel...

Dans la salle des générateurs se trouve également la machine électromagnétique du système Gramme actionnée par un moteur hydraulique de la force de quatre chevaux.»

Journal de Genève

4 novembre 1879

**ÉVOLUTION DE
L' ENSEIGNEMENT ET
DE LA RECHERCHE
À L' ÉCOLE DE CHIMIE**

LA CHIMIE MINÉRALE, CHIMIE ANALYTIQUE ET CHIMIE PHYSIQUE OSCILLATIONS ET REDÉFINITIONS À GENÈVE

Christian K. JØRGENSEN

En français, les composés dérivent des minerais (et constituent ainsi *la chimie minérale*) ou des organismes, incluant le pétrole (ainsi *la chimie organique*). Dans presque toutes les autres langues «minérale» est exprimée par une négation comme «inorganique». Marignac fut nommé professeur de chimie (et depuis 1845 de minéralogie aussi) et on ne voyait pas encore clairement la grande dichotomie entre les composés nombreux et les éléments peu variés dans la chimie organique, comparés avec les composés relativement moins nombreux, mais une centaine d'éléments, dans la chimie minérale. Il n'y a pas de doute que Marignac, à l'occasion, a enseigné la chimie typiquement organique et il a fait des recherches sur les réactions compliquées entre le naphthalène et l'acide nitrique. Depuis 1875, E. Ador (1) était suppléant pour la chimie organique, mais néanmoins, on a décidé en 1878 d'appeler *Carl Graebe* comme professeur ordinaire de son poste similaire à l'Université de Königsberg, qu'il occupait depuis 1870. Graebe est né le 24 février 1841 à Frankfurt-am-Main, il a travaillé de 1878 à 1906 à Genève dans la chaire de *chimie inorganique et organique*. Après sa retraite, il retourna à Francfort où il est mort le 19 janvier 1927.

On remarque que sa nomination n'a pas conduit à une division des deux sujets, mais plutôt à une inversion quasi totale de l'emphase dans les recherches. L'inauguration du nouveau bâtiment situé au Boulevard des Philosophes a été accompagnée d'une décision de faire beaucoup de composés organiques (avant tout des colorants à partir des hydrocarbures aromatiques). Les Catalogues des Publications (IV, 1873-1895 par Charles



Denys Monnier (1834-1898)

Soret) et (V, 1896-1907 par Charles Julliard) nous renseignent sur ses travaux à savoir que, pendant les douze années entre 1879 et 1890, il y eut 42 thèses de chimie organique, mais seulement 3 (ès sciences chimiques) traitent d'autres sujets. Cette situation se perpétue dans la décennie de 1891 à 1900 avec 119 thèses d'organiciens et 8 d'autres. La tendance s'estompe un peu de 1901 à 1907 avec 105 thèses organiques et 25 différentes, mais la fréquence a augmenté pendant ces sept ans à une moyenne de 15 docteurs organiciens par année. Les autres thèses sont, avant tout, dirigées par Guye autour de 1902 et Duparc à partir de 1904. En 1906, Graebe a été remplacé par *Amé Pictet* qui a pris sa retraite en 1932.

On est très vite rentré dans une situation tripartite. *Louis Duparc* (né à Carouge le 13 février 1866) fut nommé professeur ordinaire de minéralogie et pétrographie en 1892. Dans ce sens, il est le successeur approximatif de Marignac. En partie pour fêter le Nouveau Siècle, plein d'espoirs, on l'a nommé professeur ordinaire de *chimie analytique* le 20 avril 1900. Cela n'a pas beaucoup changé ses activités débordantes, et il a écrit 370 publications (VIII, Hermann Blanc 1927-1937) avant de mourir en activité, le 20 octobre 1932. Ces travaux minéralogiques et analytiques traitent d'un grand nombre d'éléments métalliques. Duparc est peut-être le mieux connu pour ce qui est des études des sites platinifères en Sibérie. Un professeur extraordinaire de gîtes métallifères nommé le 27 décembre 1907, *Francis Pearce* (né à Genève le 19 juillet 1873) mourut accidentellement en Afrique le 10 juillet 1909. Son successeur, *Alfred Monnier* (né le 21 mai 1874) était depuis 1903 le Directeur du Laboratoire officiel d'essais et d'analyses agricoles du Canton de Genève et il le fut jusqu'à sa mort le 22 février 1917.

En 1892, le frère du professeur de physique expérimentale Charles-Eugène Guye (1866-1942), *Philippe-Auguste Guye* (né le 12 juin 1862 à St-Christophe dans le canton de Vaud) fut nommé professeur associé de *chimie théorique et technique*. Un autre chapitre traite de ce chercheur qui est mort en activité en 1922. Il vaut la peine de souligner que les docteurs du laboratoire de chimie théorique et technique (on se demande si l'on a demandé le conseil d'un logicien avant de faire cette co-existence) sont 19 des docteurs ès sciences *physiques* (en tout 42 durant l'époque 1908-1913) tandis que les 40 docteurs ès sciences chimiques sont tous des organiciens (et leur nombre est tombé en dessous de 7 par année en moyenne) (VI, Albert Kohler, 1908-1913).

Ce qui est, pour le moment, la Section de Chimie, a connu beaucoup de fluctuations, Il y a des décennies qui ont vu une expansion luxuriante, et d'autres une certaine stagnation. Martin (2) a analysé le fait que le nombre



Louis Duparc (1866-1932)

d'étudiants de toute l'Université était tombé de 2264 en 1913 à 1007 en 1922. Il faut préciser que le nombre d'étudiants étrangers diminuait de 1298 à 176 alors qu'en conséquence, le nombre des étudiants helvétiques n'avait diminué que de 15 pour cent. C'est un fait bien connu que la plupart des pays ont connu une inflation rapide ou même galopante autour de 1922 et par exemple, Albert Einstein avait grand-peine à faire vivre sa première femme restée en Suisse. Les dépenses de l'Université étaient montées de 770 000 frs en 1913 à 1 580 000 frs en 1922, ce qui constitue une confirmation d'une des lois de Parkinson (3). Il est difficile d'indexer les 1 580 000 frs, mais cela ne doit pas tomber loin de 6 à 8 millions de frs actuels. Comme dit Martin (2), les années allant jusqu'en 1936 ont été assez difficiles.

Le dernier professeur ordinaire de chimie (organique de facto) était Kurt H. Meyer, né à Dorpat (Estonie) le 29 septembre 1883, qui était professeur extraordinaire de chimie physique à l'Université de Munich depuis 1917 et nommé à Genève en 1932. Il est mort à Menton le 14 avril 1952. Ses travaux étaient, en bonne partie, consacrés aux polymères d'origine biologique, comme l'amylose, la cellulose et le caoutchouc. X. Hermann Blanc, 1948-1952, indique 277 publications.

La chimie analytique a eu ses débuts à l'Université de Genève avec la minéralogie. Paul Eugène Etienne Wenger (né à Genève le 27 avril 1888) fut nommé professeur extraordinaire d'études des *gîtes métallifères* en 1918 et professeur ordinaire de chimie analytique le 25 avril 1933. Son titre est changé en septembre 1952 en *chimie minérale et analytique et microchimie*. Pour la première fois, la chimie «minérale» n'est plus liée à la chimie organique mais à la chimie analytique. En pratique, P.E.E. Wenger continuait la tradition de Duparc et a écrit 187 publications avant sa mort le 10 mai 1962, en dépit du fait qu'il était recteur de 1956 à 1958 et avait beaucoup d'autres obligations administratives.

Pierre Curie est le plus célèbre des professeurs qui ait accepté une nomination à l'Université de Genève et s'est désisté peu de temps après. Son travail (malheureusement interrompu par l'accident de circulation le 19 avril 1906) a eu des conséquences monumentales à Genève, avant tout au CERN et dans le département de physique nucléaire, mais aussi quelque chose de plus ancien. Au moment où l'on faisait des collectes pour acheter du radium pour les hôpitaux et où l'on vendait mieux l'eau minérale en spécifiant son contenu de radon, une collaboration entre facultés de médecine et physiciens devenait souhaitable.

Pierre Wenger (né à Genève le 11 janvier 1913), qui était Directeur de l'Institut du Radium depuis 1946, fut nommé chargé de cours de *radiochimie* en octobre 1954. En 1956, il devient chef du service cantonal de



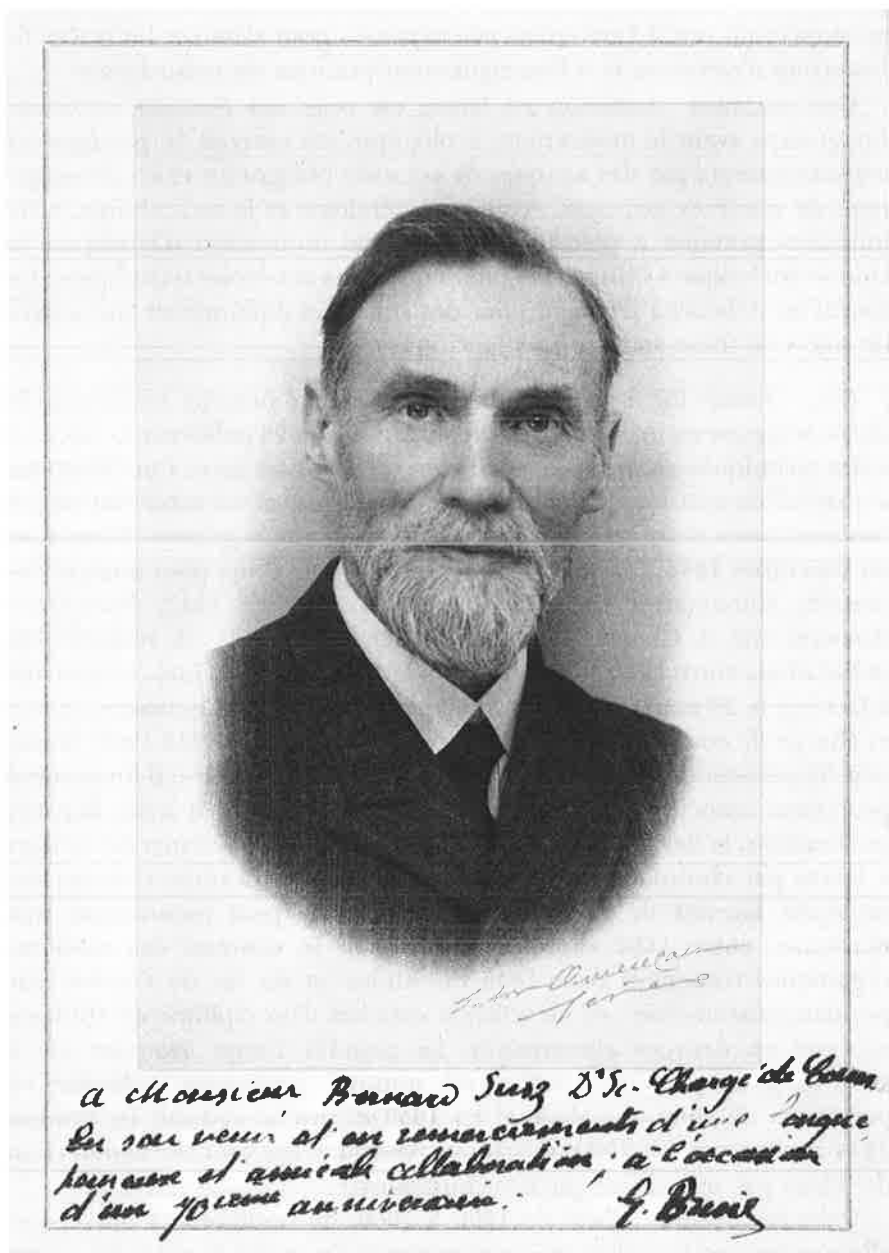
Paul Eugène Etienne Wenger (1888-1962)

contrôle des irradiations. Il est mort le 23 août 1970 après avoir écrit 73 publications. Il y a un «Pavillon des Isotopes» avec un réacteur de faible puissance qui sert à l'activation par neutrons pour détecter les traces de beaucoup d'éléments et à l'enseignement pratique de radiochimie.

Une ancienne institution en Suisse est celle des *chimistes cantonaux*. Longtemps avant le mouvement écologique, on essayait de protéger les consommateurs par des analyses de contrôle obligatoire et les investigations de matières suspectes. Avec la minéralogie et la radiochimie, cette intention pratique a constitué la troisième motivation d'enseigner la chimie analytique à l'Université plutôt que dans des écoles techniques ; il a fourni un débouché fréquent pour des chimistes diplômés et une source de sujets de thèse souvent très spécifiques.

Denys Monnier (né à Nyon le 9 mars 1834) a été nommé professeur de *chimie biologique* en mai 1876 mais la plupart de ses 28 publications ont trait à des techniques analytiques, aussi bien qu'il écrivait (avec Carl Vogt) sur «causes d'intoxication dans l'incendie des théâtres» et sur «oblitération des timbres-postes et transport des impressions en encre grasse». Il est mort en décembre 1898. *Charles Valencien* fut chargé de cours pour analyse des denrées alimentaires de 1925 à 1942. En octobre 1942, *Pierre-Henri Balavoine* (né à Genève le 3 juin 1882) lui succéda et rédigea 104 publications entre 1906 et sa démission le 15 juillet 1947. *Jean Deshusses* (né à Genève le 29 mars 1901) fut simultanément nommé Chimiste cantonal et chargé de cours en 1947. Le catalogue XI (H. Blanc 1948-1952) donne déjà 52 publications de chimie et 40 d'entomologie. En 1961, il fut nommé professeur associé. Lorsqu'il prit sa retraite en 1966, il avait fait 151 publications, la dernière intitulée «identification des colorants des rouges à lèvres par chromatographie sur couche mince». Comme d'autres des multiples facettes de la chimie analytique, on peut mentionner que Marignac, entre 1882 et 1884, déterminait le contenu des matières organiques contenues dans l'eau du Rhône et du lac de Genève par permanganatométrie ; et, en 1937, la création d'un diplôme de chimiste analyste en denrées alimentaires. Le petit-fils Denys Monnier (né à Genève le 23 octobre 1903) a été nommé professeur ordinaire ad personam de chimie analytique en 1959 et prit sa retraite en octobre 1974 après avoir fait 190 publications portant avant tout sur la détection de traces par techniques physico-chimiques.

Dans la décennie allant de 1890 à 1900, de nombreuses universités allemandes ont introduit un enseignement de *chimie physique*. Des gens malveillants pensaient que c'était une tactique pour avoir un troisième institut chimique en dehors des deux instituts traditionnels, minéral et organique. Au moins le nom est venu très tard à Genève. *Emile Briner* (né à



Emile Briner (1879-1965)

Genève le 10 février 1879) fut nommé *professeur ordinaire de chimie théorique et technique* le 27 juin 1922, avec le même titre que son prédécesseur Guye. Les nombreux travaux (sur les réactions entre l'ozone et les hydrocarbures, l'azote, etc., la détection de l'ozone autour de 10^{-8} dans l'air par catalyse de l'oxydation de butyraldéhyde, la chimie d'azote et l'influence de décharges électriques, aussi à hautes fréquences, sur les molécules gazeuses) sont approximativement ce qu'on classifie habituellement comme chimie physique. P.-A. Guye est le fondateur du *Journal de Chimie physique* qui paraît à Genève depuis 1903 et à Paris depuis 1923 quand il devient l'organe de la Société de Chimie physique. Un peu comme sa soeur, Faraday Society (qui est maintenant incorporée comme une division de Chemical Society à Londres), la Société de Chimie physique a toujours débordé les cadres de son pays de domicile. Une autre caractéristique des recherches de Briner est l'instrumentation moderne et l'introduction des techniques nouvelles, comme les spectres Raman (avec la collaboration de Susz, autour de 1935). A sa retraite, en février 1954, Briner avait fait 334 publications. Il est impressionnant que ce nombre soit monté à 359 à sa mort, le 11 avril 1965. Susz a publié d'excellentes nécrologies (4,5).

Bernard P. Susz (né à Genève le 5 octobre 1904) est venu à l'Université en quittant l'enseignement secondaire du Collège Calvin. Il a été nommé chargé de cours de chimie physique spéciale en avril 1947 et professeur ordinaire de *chimie physique* en juin 1954. Susz a pris sa retraite en octobre 1970. Il est mort le 9 novembre 1975 (6,7). Ses 106 publications traitent avant tout de l'interaction de molécules organiques (cétones, aldéhydes,...) avec les anti-bases (acides de Lewis) comme les chlorures anhydres de bore (III), aluminium (III), titane (IV), zinc (II) et antimoine (V). Susz a beaucoup contribué à éclaircir ces problèmes compliqués avec ses travaux méticuleux.

L'actuel Département de Chimie physique consiste, de facto, en quatre unités : le laboratoire de chimie physique des solides (centres de couleur ; couches partiellement remplies d et f ; théorie de l'effet Jahn-Teller), le laboratoire de spectrométrie de masse (qui travaille beaucoup avec les trois autres départements), une unité de résonance magnétique des noyaux et des électrons, résonance nucléaire quadripolaire, et autres applications des spectres micro-ondes, et une unité de thermodynamique, calorimétrie et étude des réactions oscillantes. Ces deux dernières unités seront «chemical physics» et «physical chemistry» en anglais.

On remarque que les instituts, laboratoires et unités ayant fait partie de ce qui était l'Ecole de Chimie et depuis, devenue la Section de Chimie, ont des noms qui changent suivant l'évolution avec des temps caractéristiques



Bernard-Pierre Susz (1904-1975)

autour de 10 ans. Aussi, le contenu factuel montre des fluctuations considérables, lorsque l'on regarde en arrière. Il ne faut pas déplorer un dynamisme kaléidoscopique qui, après tout, caractérise la vie en général. La chimie est ce que l'on appelle un Carrefour dans la théologie Macumba brésilienne ; elle a de multiples facettes. La grande différence entre la physique et la chimie est que le physicien est habitué à la déduction, tandis que le chimiste, volontairement et consciemment ou non, utilise *l'induction* des faits observés (8). L'existence quotidienne est fortement influencée par la chimie. La première guerre mondiale aurait duré deux ans de moins si l'Allemagne privée du nitrate du Chili n'avait pas pu faire du trinitrotoluène ; mais, si l'on n'avait pas développé la synthèse de l'ammoniac, un milliard d'êtres humains seraient morts de faim, faute d'engrais. L'uranium a été découvert en 1789 (et il est difficile de savoir si un autre événement la même année était plus ou moins important) ; quant à sa radioactivité, elle a été découverte en 1896 (à la suite de l'argument assez fantaisiste qui consistait à dire que si les rayons X de Röntgen font luminescer les composés fluorescents, certains cas de luminescence pourront être accompagnés par des rayons X) et a permis l'identification du noyau et a finalement ouvert la boîte de Pandora de l'énergie nucléaire.

Le propre de la chimie est que l'on ne peut pas prévoir quelles surprises nous aurons demain. Sur beaucoup de points, nos connaissances ont plus changé durant ce dernier siècle que pendant les deux millénaires précédents. Notre civilisation (qui, dans ses aspects scientifiques, est devenue planétaire) est la seule qui ait trouvé les preuves de l'existence d'une centaine d'éléments. Que peut-on encore faire avec eux ?

Remerciements

Je suis reconnaissant au responsable de la Bibliothèque de la Section de Chimie, M. R. Verbist et à M. R. Collet, pour leur aimable assistance.

1. A. PICTET, Archives des Sciences, (Genève) 2 (1920) 449.
2. P.E. MARTIN, Histoire de l'Université de Genève 4, L'Université de 1914 à 1956. Georg, Genève, 1958 (et Annexes, 1959).
3. C.N. PARKINSON, Parkinson's Law. John Muray, Londres 1958 (aussi Penguin Books, 1965).
4. B.P. SUSZ, Helvetica Chimica Acta 49 (1966) 1041.
5. B.P. SUSZ et G. BAUME, Journal de Chimie physique 62 (1965) 1229.
6. C.K. JØRGENSEN, Chimia 28 (1974) 639.
7. C.K. JØRGENSEN, Revue de Chimie minérale (Paris) 13 (1976) 299.
8. C.K. JØRGENSEN, Journal de Chimie physique, sous presse.

PHILIPPE AUGUSTE GUYE ET LE DEVELOPPEMENT A GENEVE DE LA CHIMIE PHYSIQUE ET DE LA CHIMIE APPLIQUEE

Robert MONNIER

Philippe-A. Guye, citoyen genevois, d'origine neuchâteloise, naquit à St-Christophe (Vaud) le 12 juin 1862. Il fit ses études universitaires à Genève où il obtint son doctorat en 1884. De 1885 à 1886, il fut privat-docent et assistant du professeur Carl Graebe sous la direction duquel il effectua et publia quelques travaux dans le domaine de la chimie organique. Il partit alors pour Paris où il suivit les cours de l'Ecole des Hautes études et prépara une thèse de docteur ès sciences physiques qui fut très remarquée dans les milieux scientifiques. Il conserva d'ailleurs toujours un très bon souvenir de son séjour à Paris, notamment des fructueux rapports qu'il eut l'occasion d'avoir alors avec Charles Friedel.

Précédé déjà d'une bonne réputation, il revient à Genève en 1892 pour occuper la chaire extraordinaire de chimie théorique et technique créée spécialement à son intention et qui sera transformée en chaire ordinaire deux ans plus tard.

Jusqu'à sa mort, survenue en 1922, Guye dispensa avec le talent et le succès que l'on sait ces enseignements et poursuivit des recherches simultanément dans les deux voies de la chimie physique et de la chimie appliquée, dont il a su si bien montrer combien elles se complétaient avantageusement.

Le premier problème abordé par Guye dans le domaine de la chimie physique fut celui des relations entre les activités optiques des corps et leur constitution qu'il étudia au moyen des pouvoirs rotatoires. Il établit une

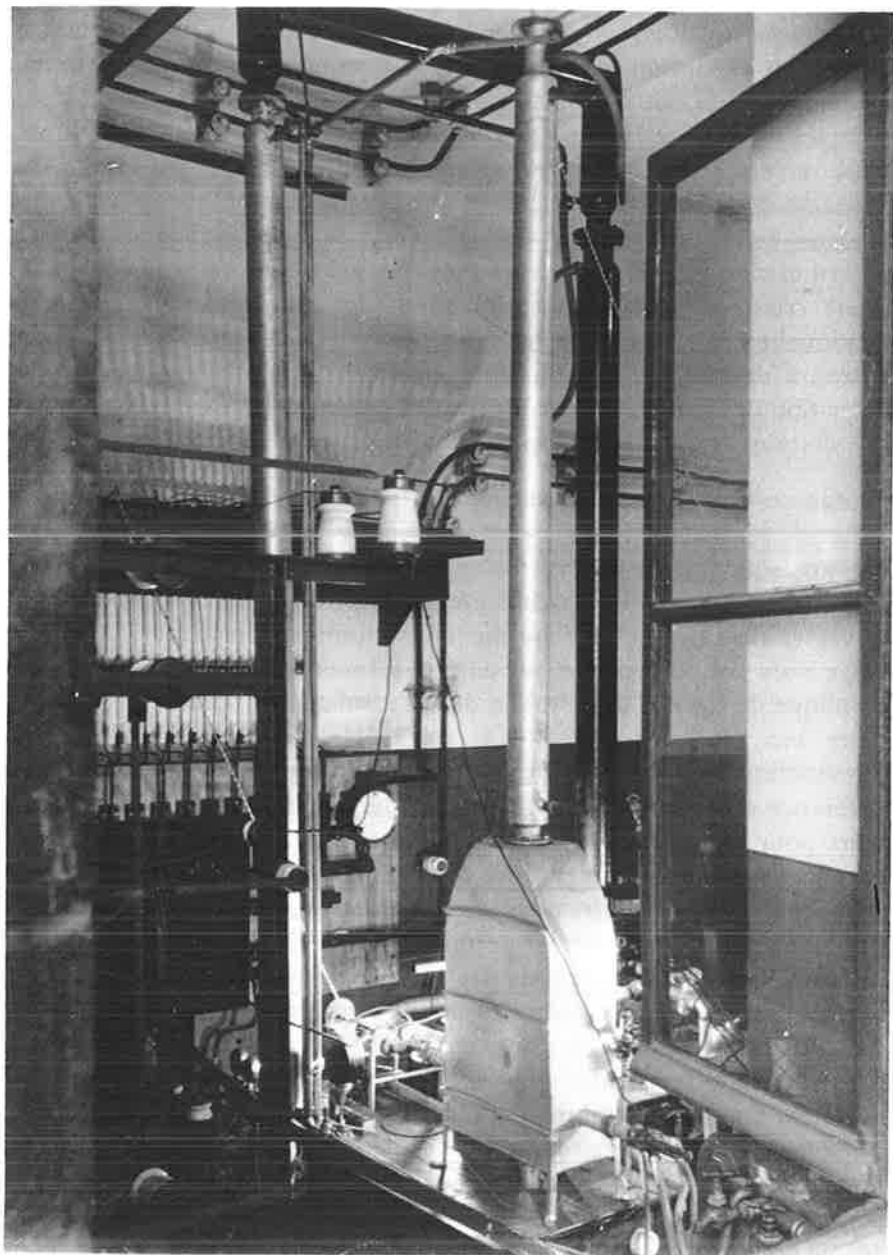


Philippe-Auguste Guye (1862-1922)

règle dite d'asymétrie permettant de prévoir, pour les molécules à atome de carbone asymétrique, l'activité optique. Si au début, les premières vérifications qualitatives semblent confirmer cette loi, par la suite les exceptions devinrent de plus en plus nombreuses ce qui provenait évidemment du fait que la structure des molécules est en réalité plus complexe qu'on ne l'imaginait alors. Il n'en reste pas moins que furent ainsi ouvertes d'intéressantes voies nouvelles d'investigation dans le domaine de la stéréochimie.

Dans cette même discipline, il s'occupa très activement de la détermination de diverses propriétés des gaz : compressibilité, densité, point critique, souvent par des méthodes nouvelles qu'il s'efforça continuellement de rendre toujours plus précises. Cela l'amena, entre autres, à donner une signification plus claire des constantes a et b de l'équation des gaz de van der Waals. Ces études lui montrèrent, en outre, que certains composés sont encore polymérisés au point critique.

Mais ce sont les travaux relatifs aux poids atomiques qui constituent indiscutablement la partie la plus importante de l'oeuvre scientifique de Guye puisque près de cent mémoires leur sont consacrés. On peut relever à ce sujet, un exemple particulièrement caractéristique de la manière de travailler de Guye ; c'est celui du poids atomique de l'azote. Le savant belge Stass avait déterminé, par différentes méthodes chimiques, le poids atomique de l'azote ; la moyenne de ces résultats, en bonne concordance entre eux, était de 14.044. De son côté, Guye par des procédés physicochimiques basés sur des mesures de densité, trouvait 14.005. Cette différence étant inacceptable, Guye se mit au travail avec ses collaborateurs pour en rechercher les raisons. Après quatre années d'effort, ils purent montrer que leurs propres résultats, entre les méthodes purement chimiques et les méthodes physico-chimiques, étaient en très bon accord ; ils obtenaient 14.009 pour les premières et 14.008 pour les secondes. Ils recherchèrent alors les raisons des erreurs du chimiste belge et purent ainsi montrer que les méthodes utilisées par ce dernier n'étaient pas susceptibles de donner la deuxième décimale avec exactitude et que, d'autre part, le poids atomique de l'argent, qui avait servi de base à ces mesures, était insuffisamment précis. Quoique ces résultats de l'Ecole Genevoise aient été très remarquables, ce ne fut qu'en 1907 que le Comité International des poids atomiques se décida à adopter la nouvelle valeur pour le poids atomique de l'azote et plus tard encore, en 1909, la valeur de 107,88 pour le poids atomique de l'argent. Parmi les travaux de Guye et de ses collaborateurs dans ce domaine, on peut encore signaler ceux se rapportant aux poids atomiques du chlore, du brome, du soufre et du carbone et à la révision des points critiques des gaz purs.



Four genevois inventé par P.-A. Guye

Parallèlement à ces travaux de chimie physique, Guye consacra une part importante de son temps à des recherches en chimie industrielle. Il s'intéressa toujours d'ailleurs à l'ensemble des problèmes posés par la grande industrie chimique, aussi bien dans leur aspect économique (sources de matières premières, avenir, développement) que scientifique et technologique. C'est ainsi qu'il mit ses remarquables connaissances scientifiques au service des applications de la chimie, conscient qu'il était de la nécessité de rendre toujours plus étroites les relations entre la chimie théorique et la chimie industrielle pour le développement de l'industrie. Il allait donner ainsi une impulsion nouvelle à la chimie appliquée.

Les premières recherches de Guye et de ses collaborateurs dans ce domaine portèrent sur les oxydes d'azote et plus particulièrement sur la fixation de l'azote sur l'oxygène au moyen des décharges électriques dans l'air ; ce fut et demeura, avec ses collaborateurs, notamment son fidèle élève et successeur le professeur Briner, un des plus importants sujets de recherches de l'Institut de chimie physique et technique.

C'est parce que Guye avait prévu l'importance que cette industrie allait prendre, en particulier pour la fabrication des engrais et des explosifs qu'il entreprit ces importantes recherches dans le domaine des oxydes d'azote.

Il écrit d'ailleurs dans l'important chapitre qu'il consacre à ce sujet, dans l'ouvrage « Principes et application de l'électrochimie » qu'il publie avec Dony Hénault et Gall : « Il ne semble donc pas exagéré d'affirmer que cette nouvelle industrie sera un des événements les plus considérables du XX^e siècle ».

Dans cette étude, Guye et ses collaborateurs vont mettre en oeuvre toutes leurs connaissances scientifiques pour développer ce procédé ; il s'agissait surtout d'améliorer la formation de l'oxyde d'azote dans l'arc électrique et de concevoir l'appareillage nécessaire à cette fin. C'est en 1893 qu'il commence ce travail en collaboration avec Aloys Naville et en 1895 déjà, ils exposent les principes de l'équilibre entre l'azote, l'oxygène et l'oxyde d'azote dans la décharge électrique, montrent notamment le rôle important de la concentration de l'oxygène et de l'humidité dans l'air et confirment que de hautes températures sont nécessaires pour l'obtention d'une teneur acceptable en oxyde d'azote des gaz sortant du four. Ils déterminent également l'influence de la nature, de la forme, du volume et de la température de l'arc sur ces équilibres.

En 1895 et 1896, ils prennent les premiers brevets d'intérêt industriel pour ce procédé et développent un four à plusieurs arcs en éventail disposés en série, qui a l'avantage d'être particulièrement stable. C'est le four Guye qui sera appelé Four Genevois pour rendre hommage à tous ceux qui, à Genève, ont participé à son élaboration. Des essais pilotes

furent d'abord réalisés à Chèvres, près de Vernier, mais ce procédé sera surtout développé en France par la Société La Nitrogène et par la Société Electrométallurgique française pour utiliser l'énergie des grandes centrales électriques au moment de leurs heures perdues. Mais ce fut plus particulièrement en Norvège, à cause du prix peu élevé de l'énergie électrique que le procédé à l'arc d'obtention de l'acide nitrique à partir de l'air, prit un essor véritablement industriel. Des usines importantes ont été construites en utilisant cependant principalement un four d'un autre type, celui de Birkeland et Eyde. Quoiqu'il en soit, ce procédé, dont les défauts essentiels sont la faible teneur en oxyde d'azote des gaz sortant des fours et la forte consommation en énergie électrique, a été complètement abandonné par la suite pour le procédé d'oxydation de l'ammoniac qui a connu, surtout depuis la première guerre mondiale, un développement considérable.

En dépit de cette évolution de l'industrie de l'azote, les nombreux travaux effectués dans le domaine des oxydes d'azote à cette époque et en particulier ceux de Guye, conservent tout leur intérêt tant du point de vue fondamental que de celui des applications. Il est d'ailleurs intéressant de signaler à ce propos, que ces résultats ont été largement pris en considération pour l'étude aux Etats-Unis d'un procédé récent de synthèse, le procédé Wisconsin qui a été opérationnel durant plusieurs années et qui reste actuellement en attente pour répondre à un éventuel besoin accru d'acide nitrique. Ce procédé est basé sur les mêmes principes que celui de l'arc mais le chauffage est effectué avec des combustibles bon marché, et comprend un système complet de récupération de la chaleur soigneusement mis au point. Il confirme le point de vue qui a été longtemps très controversé que l'électricité ne joue pratiquement aucun rôle spécifique dans la formation de NO dans l'arc et que celui-ci n'intervient donc que pour porter l'air à une température suffisamment élevée.

Le deuxième problème d'application abordé par Guye (en 1900 déjà) fut celui de l'électrolyse des solutions aqueuses de chlorures alcalins. A cette époque, ces études avaient comme but essentiel l'obtention de la soude ou de la potasse caustique ; ce ne sera que plus tard, après 1930 lorsque les besoins en chlore se feront sentir d'une façon de plus en plus importante que les grands développements technologiques auront lieu. Mais Guye avait déjà entrevu le grand avenir de ce procédé.

Le type de cellule ayant fait l'objet des investigations de Guye était à diaphragme à résistance de diffusion élevée et sans circulation de l'électrolyte dans le compartiment anodique.

Toujours soucieux des véritables problèmes industriels, Guye chercha les conditions de formation des hydroxydes alcalins permettant les meilleurs rendements. Ceux-ci dépendent en effet de la part que prend dans l'opération la recombinaison du chlore et de la soude pour donner des hypochlorites ou des chlorates. Il fallait donc éviter, dans toute la mesure du possible l'accès des ions OH^- dans le compartiment cathodique où se forme le chlore. Les diaphragmes utilisés alors empêchaient pratiquement toute migration physique des particules d'un compartiment à l'autre ; les pertes provenaient alors uniquement des migrations électrochimiques des ions OH^- dans le compartiment cathodique.

Prenant en considération simultanément les aspects théoriques et les résultats expérimentaux, Guye établit une très intéressante relation entre le rendement instantané (rendement en courant à un moment donné) et la teneur de l'électrolyte en alcali. Il s'inspira pour cela des travaux de Hittorf (1853) sur le transport du courant dans les électrolytes. Il introduit en fait, sans les nommer, les mobilités relatives des différents ions. Il montra que l'on peut négliger les paramètres température (puisque les électrolyseurs fonctionnent à température constante) et concentration du chlorure (l'électrolyte a toujours une concentration proche de la saturation). Cette relation variable avec le type de chlorure utilisé indique comment le rendement baisse avec l'augmentation de la concentration de l'alcali.

Si par la suite, des technologies se sont développées pour améliorer les rendements aussi bien en courant qu'en énergie et qu'en conséquence, le type de cellule utilisé par Guye a été abandonné, il n'en reste pas moins que cette relation, dans son essence, reste valable pour tous les cas en électrochimie dans lesquels un des produits de l'électrolyse est lui-même un électrolyte.

En dépit des charges considérables qu'il assumait, P.-A. Guye s'occupa encore activement des problèmes posés à Genève par l'enseignement, les travaux pratiques et la recherche en chimie. C'est ainsi que fut créé en 1910, sous son impulsion, le titre d'ingénieur-chimiste et qu'en 1911 les programmes des étudiants en chimie, pour être en bon accord avec ce titre, et les harmoniser avec ceux des hautes Ecoles Techniques, ont fait l'objet d'une importante révision. Ce fut un très grand progrès et les diplômes de Genève furent ainsi mis sur un pied d'égalité avec ceux de ces écoles, ce qui favorisa les débouchés des étudiants dans l'industrie où ce titre avait déjà une valeur sûre.

Il peut être curieux de signaler ici que par suite d'une fâcheuse confusion et d'une conception erronée de la signification d'ingénieur, le



JOURNAL

DE

CHIMIE PHYSIQUE

Electrochimie, Thermochimie, Radiochimie,
Mécanique chimique, Stoechiométrie.

publié par M.

PHILIPPE-A. GUYE

Professeur de Chimie à l'Université de Genève.

TOME I

1903

GENÈVE

HENRY KÜNDIG, ÉDITEUR
11, Corratierie, 11

PARIS

GAUTHIER-VILLARS, ÉDITEUR
55, Quai des Grands Augustins

Tous droits réservés.

Fac-similé du Tome I du Journal de Chimie Physique

titre a été abandonné en 1968, mais après une sérieuse étude du problème, a pu être réintroduit en 1972 pour le plus grand profit des étudiants.

Par sa haute réputation scientifique, amplement justifiée, P.-A. Guye avait une grande influence dans les sociétés savantes suisses et étrangères dont il était souvent membre correspondant sinon même membre d'honneur. On peut relever, entre autres choses, qu'il présida la Société de physique et d'histoire naturelle, la Société suisse de chimie, le Conseil de la Chimie Suisse et fit partie du Comité central de la Société helvétique des sciences naturelles.

L'oeuvre scientifique de Guye comprend plus de 200 mémoires signés de son nom et plus de 600 au total sortis de ses laboratoires et inspirés par lui. A son actif, on peut encore rappeler qu'il créa en 1903 un périodique qui fut rapidement très répandu, grâce au dynamisme et à la réputation de son fondateur, le Journal de chimie physique.

Son activité scientifique et son inlassable dévouement lui valurent un très grand nombre de distinctions parmi lesquelles on peut mentionner la croix de chevalier de la légion d'honneur, la médaille Lavoisier (1908 et 1911) et la médaille Leblanc de la Société chimique de France (1909).

Enfin, pour bien montrer l'importance que les milieux industriels reconnaissaient aux travaux de chimie technique réalisés sous la direction de Guye, il faut relever qu'il a reçu la médaille d'or de la Société de l'encouragement pour l'industrie nationale et la médaille d'or Olivier de Serres de la Société d'agriculture de France, cette dernière avec son frère, le physicien Ch.-E. Guye, et A. Naville.

La chimie appliquée n'était pas inconnue à Genève avant Guye. Le pharmacien Tingry avait donné cet enseignement comme cours libre dès 1775 puis en fut chargé officiellement en 1802 en tant que professeur honoraire de l'ancienne Académie. Lorsque Tingry légua sa fortune à l'Académie, il spécifia expressément que la « chimie appliquée aux arts » fit partie au même titre que les chimies inorganique, organique et théorique, des matières enseignées dans cette branche des sciences.

Si, par la suite, en 1878, le professeur Graebe fut chargé d'un cours de 1 heure par semaine de chimie technique, ce n'est qu'avec la création de l'Ecole de Chimie et la nomination de Guye à la chaire de chimie théorique et technique qu'un enseignement régulier et scientifique de chimie technique fut organisé.

La chimie genevoise doit beaucoup à P.-A. Guye, d'une part pour ses remarquables travaux en chimie physique caractérisés par un effort constant vers une plus grande précision et d'autre part pour avoir compris que la chimie appliquée devait éviter dans toute la mesure du possible

l'empirisme pur et utiliser au maximum les connaissances fondamentales véritablement nécessaires à un développement efficace.

Le mieux sans doute est de rappeler ce que Guye lui-même disait à ce propos, lors d'une conférence très remarquée qu'il tint en 1909, à la Société chimique de France sur la fixation de l'azote :

« Vous aurez remarqué en outre que les théories sur lesquelles on s'appuie sont parmi celles qui ont acquis droit de cité dans la science officielle aussi bien dans le domaine de la chimie que dans celui de l'électricité pure. C'est dire que toute la question est venue à son heure. Si elle n'a pas été résolue plus tôt, c'est certainement parce que nos conceptions théoriques n'étaient pas antérieurement et dans leur ensemble assez avancées pour donner au chercheur un point d'appui suffisamment solide, pour lui éviter un trop grand nombre de tentatives inutiles et infructueuses, extrémité à laquelle il eût été fatalement réduit si l'empirisme seul avait dû lui servir de guide. »

Enfin, dans un article sur le même sujet, il met particulièrement en relief

« le rôle joué par les conceptions théoriques dans l'étude de ces nouvelles méthodes ; ce sont elles qui ont guidé le chercheur, qui lui ont permis d'interpréter utilement les phénomènes observés, lui ont suggéré de nouvelles expériences pour le conduire aux solutions pratiques actuelles tant il est vrai que la science et l'application doivent toujours progresser ensemble. »

CHIMIE ORGANIQUE ET CHIMIE BIOLOGIQUE

Théodore POSTERNAK

I. INTRODUCTION

a) Avant-Propos

Ce chapitre concerne le développement de la Chimie organique et de la Chimie biologique à l'Ecole de Chimie du boulevard des Philosophes, depuis sa mise en service en 1879. Il sera question avant tout des maîtres décédés, de sorte que cet historique concerne essentiellement une période de 73 ans, de 1879 à 1952. Les salles de cours et de travaux pratiques de l'Ecole de Chimie ont été fréquentées non seulement par des futurs chimistes, mais aussi par des étudiants en médecine, en pharmacie, en biologie, en sciences de la Terre, etc. La présente brochure s'adresse ainsi à des représentants de disciplines variées. Cet historique ne contiendra donc pas, contrairement à certaines notices nécrologiques publiées dans des périodiques chimiques, des descriptions détaillées de réactions accompagnées de nombreuses formules. Nous essayerons d'indiquer en termes simples les recherches effectuées et de caractériser les personnalités des maîtres qui ont enseigné au boulevard des Philosophes. Les lecteurs sont toutefois censés posséder des notions élémentaires de chimie.

Ce chapitre consiste, en grande partie, en biographies de C. Graebe, A. Pictet et K.H. Meyer.

Etant né en 1903, je n'ai évidemment pas connu Graebe; une longue notice nécrologique¹ très détaillée a été publiée par deux de ses anciens élèves. Graebe avait tenu un journal intime qui malheureusement s'arrête en 1864; certaines pages, ainsi que des lettres adressées à sa famille et à

ses amis sont reproduites dans cette notice. D'autre part, j'avais travaillé à l'Ecole de Chimie dans le voisinage de Fritz Ullmann, ancien assistant de Graebe, qui avait été professeur à l'Ecole polytechnique de Charlottenburg et s'était fait connaître universellement par la publication d'un ouvrage imposant «Ullmanns Encyclopedie der Technischen Chemie». Revenu à Genève pour y passer ses dernières années, il adorait parler de sa collaboration avec Graebe. J'ai suivi en 1921-1922 le grand cours de A. Pictet et c'est dans son laboratoire que j'ai effectué mes travaux pratiques; c'est lui qui a présenté ma thèse de doctorat à la Faculté des Sciences. A l'instar de Graebe, Pictet a écrit des notes autobiographiques, s'étendant à toute sa vie et destinées à ses proches. Ces derniers les ont publiées sous le titre «Souvenirs et travaux d'un chimiste»²; ce petit livre donne une idée assez précise de la personnalité du successeur de Graebe. J'ai été, durant plus de huit ans, l'assistant de K.H. Meyer et c'est de lui que j'ai conservé les souvenirs les plus précis.

Graebe, Pictet et Meyer avaient tous trois le titre de professeur de Chimie organique et inorganique. En cette qualité, ils donnaient aux étudiants de première année qui, pour les raisons indiquées plus haut, représentaient un auditoire très hétéroclite, un cours de chimie minérale au semestre d'hiver, alors que le semestre d'été était consacré à la chimie organique. En réalité, aucun des trois professeurs n'effectuait de recherches en chimie minérale. Cette dernière faisait l'objet d'un petit nombre de préparations lors des travaux pratiques. Lorsque j'étais étudiant en chimie, il n'existait aucun enseignement de la chimie des complexes qui, deux ou trois décennies auparavant, avait été créée par A. Werner à Zurich. Quant aux cours plus avancés de chimie organique, ils étaient confiés à des privat-docents qui étaient en même temps chefs de travaux ou assistants, parfois à des professeurs extraordinaires.

b) Premiers développements de la Chimie organique

Avant de tracer la vie et l'œuvre des maîtres de notre école de Chimie, il n'est pas superflu de rappeler l'état de la chimie organique au moment de la mise en service du bâtiment du boulevard des Philosophes.

Durant la première partie du XIX^e siècle, la chimie s'était développée principalement dans les trois grands pays de l'Europe occidentale.

En France, à la suite de Lavoisier, on doit à Gay-Lussac, Proust, Dumas, Laurent et Gerhardt d'avoir fait progresser nos connaissances générales de la chimie. Les premiers travaux de Pasteur sur les acides tartriques et l'asymétrie moléculaire en relation avec l'activité optique, les travaux de Chevreul sur les graisses, ceux de Wurtz sur les amines, avaient fait de la France le pays qui était peut-être à l'avant-garde de la chimie organique.

La Grande-Bretagne avait eu H. Davy, Dalton et W.H. Perkin, et avait bénéficié de la présence temporaire de A.W. Hofmann et de Kekulé, alors qu'en Allemagne, les travaux les plus éminents avaient été ceux de F. Wöhler et de J. Liebig. En France, la deuxième moitié du XIX^e siècle est marquée, en chimie organique, par l'œuvre de Marcelin Berthelot, esprit polyvalent, dont les travaux les plus importants concernent la synthèse de nombreuses substances organiques. Il faut toutefois constater que le flambeau de la chimie organique se trouvait alors de l'autre côté du Rhin; l'Allemagne en est redevable essentiellement à A. Kekulé et à A. Baeyer. Le premier précisa la notion de valence et reconnut la tétravalence du carbone. Il fut alors possible d'indiquer, sous forme de formules de structure, la position exacte de chaque atome dans une molécule organique (1857-1858). Plus tard (1865), Kekulé proposa la formule du benzène (cycle de 6 carbones avec trois doubles liaisons «oscillantes»). La théorie de la structure, dont la chimie allemande reconnut immédiatement la valeur, fut un stimulant puissant; elle fut adoptée bientôt en Grande-Bretagne où Kekulé comptait de nombreux amis, car il y avait travaillé. En France, par contre, la théorie de la structure se heurta à la résistance de M. Berthelot qui restait fidèle à la théorie moins générale des «types» élaborée par Gerhardt. La haute situation politique de Berthelot lui permettait de régir l'enseignement universitaire et d'aucuns attribuent à son attitude le déclin à cette époque de la chimie organique française. Rappelons que les formules de structure de Kekulé ne tenaient pas compte de la disposition des atomes dans l'espace, c'est-à-dire de la stéréochimie. Cette dernière fut créée en 1875, simultanément et indépendamment par le Français A. Le Bel et le Hollandais J.H. Van't Hoff. Ils reconnurent que l'équivalence des quatre hydrogènes du méthane implique un arrangement «tétrahydrique» des valences. Van't Hoff créa aussi la notion de carbone asymétrique.

Par leur mentalité, Kekulé était essentiellement un théoricien, alors que Baeyer était un expérimentateur. Ce dernier avait été l'élève de Kekulé à Heidelberg, puis à Gand, mais sa conception de la chimie était fort différente: il observait objectivement les faits et respectait la Nature, alors que son maître Kekulé «cherchait à commander à la Nature et ne s'intéressait qu'aux faits conformes à ses théories»³. Baeyer élaborait lui-même une théorie, la «tension de Baeyer», mais avant de la formuler, il effectua de multiples expériences. Si le nombre de collaborateurs personnels de Baeyer ne fut pas très élevé, le maître exerça toutefois une profonde influence sur beaucoup de chercheurs, parfois très éminents, qui travaillèrent dans ses laboratoires et furent ainsi ses élèves sensu lato: E. Fischer, C. Graebe, P. Friedländer, K. A. Hofmann, V. Kohlschütter,

J. Meisenheimer, V. Meyer, T. Curtius, M. v. Pechmann, A. Angeli, O. Aschan, M. Gomberg, A. F. Holleman, W. Ipatieff, J. H. Nef, W. A. Noyes, W. H. Perkin jun., P. Walden, R. Willstätter, K. H. Meyer. Il faut noter qu'à des titres divers, C. Graebe, A. Pictet et K. H. Meyer étaient par leur formation issus de la famille de Kekulé et de Baeyer.

c) Genève. Chimie organique et création de l'Ecole de Chimie

J. C. Galissard de Marignac fut jusqu'en 1878 le responsable de tout l'enseignement de la chimie à Genève. Il s'était illustré avant tout dans le domaine de la chimie minérale. A la fin de sa carrière, il s'était fait remplacer pour l'enseignement de la chimie analytique par Denys Monnier (1835-1898) dont le fils Alfred et le petit-fils Denys furent, eux aussi, professeurs de chimie analytique à notre Université. Durant les années 1874-1878, le remplaçant de Marignac pour l'enseignement de la chimie organique fut son gendre Emile Ador⁴. De même qu'aujourd'hui un séjour en Amérique est indispensable à tout scientifique, un futur organicien de l'époque devait bénéficier de l'enseignement de l'Ecole allemande. Ador fit ainsi ses études de chimie à Berlin puis à Zurich, et fut successivement l'élève de Baeyer, de V. Meyer et de Wislicenus. Il revint à Genève en 1872, porteur du grade de docteur. Lorsque Marignac prit sa retraite, à l'âge de 61 ans seulement, sans doute pour raisons de santé, Ador était considéré comme candidat « papable » à sa succession, mais il ne posa pas sa candidature et crut mieux servir les intérêts de l'Université en s'occupant d'une façon désintéressée de la succession de son beau-père. C'est à lui, en partie, qu'on doit la construction de l'Ecole de Chimie au boulevard des Philosophes, et c'est sur sa proposition que Carl Graebe fut appelé en 1878 à la succession de Marignac. Ajoutons qu'Ador ouvrit plus tard un laboratoire privé à la rue du Stand et qu'il fut en 1878, avec F. Reverdin et E. Noelling, fondateur de la Société de Chimie de Genève dont l'activité, sous des désignations diverses, s'est poursuivie jusqu'à maintenant.

Le choix de Graebe fut aussi approuvé par un professeur très influent qui était certainement alors la personnalité la plus marquante de la Faculté des Sciences: Carl Vogt (1817-1895), d'origine allemande, ancien professeur de zoologie à Giessen et collaborateur de Liebig. Il avait dû s'enfuir d'Allemagne après les événements de 1848, en raison de ses idées libérales. Réfugié à Genève, il y devint professeur de zoologie, citoyen genevois et l'un des dirigeants de la gauche d'alors, c'est-à-dire du parti radical. De caractère bagarreur, il donnait des cours très vivants qui sont restés célèbres. Partisan farouche des idées darwiniennes, il scandalisait les bien-pensants en proclamant la parenté de l'Homme et du Singe, et,

horresco referens, en précisant que le seul cas de parthénogenèse connu dans l'espèce humaine est celui de la Vierge Marie. C'est grâce à Vogt qui était alors recteur et conseiller national, et au conseiller d'Etat Carteret, que le gouvernement radical transforma en 1875 l'Académie de Calvin en Université, après avoir décidé, ce qui était indispensable, de créer une Faculté de Médecine; celle-ci fut inaugurée le 26 octobre 1876. C'est aussi en 1875 que fut décidée la construction d'une Ecole de Chimie; Vogt joua ici encore un rôle important, et pour cette raison a bien mérité de la chimie genevoise. D'après les «Souvenirs» de Pictet, c'est Denys Monnier, professeur de Chimie pharmaceutique et ancien assistant de Vogt, qui fut envoyé en Allemagne, accompagné de l'architecte Franel, pour visiter des laboratoires universitaires de chimie. Ce serait le bâtiment de Bonn qui aurait servi de modèle. Je pense qu'on s'inspira aussi de l'Institut de Munich dont la construction avait été exigée et obtenue par Baeyer, lors de son appel en 1875. Ceci est d'autant plus vraisemblable qu'un groupe d'experts, dont Baeyer faisait partie, fonctionna comme commission consultative pour la construction de Genève, et Graebe eut certainement aussi son mot à dire. Le 7 octobre 1879, le nouveau bâtiment fut inauguré. Il était de structure symétrique et fut réparti à peu près également entre Graebe et Denys Monnier; ce dernier avait succédé partiellement à Marignac, en qualité de professeur ordinaire de chimie analytique, biologique et pharmaceutique.

II. CARL GRAEBE

a) Carrière universitaire et œuvre scientifique

Carl Graebe naquit le 24 février 1841 à Francfort-sur-le-Main. Il était le fils d'un négociant entreprenant qui avait exercé son activité à Haïti, puis à New York, pour revenir en 1839 à Francfort comme consul des Etats-Unis. Il aurait voulu voir entrer son fils dans le monde des affaires, mais le jeune Carl, intéressé par la technique, commença à 17 ans des études à l'Ecole polytechnique de Karlsruhe. Désirant se vouer à l'industrie textile, il entreprit ensuite des études de chimie, travailla deux ans à Heidelberg sous la direction de Bunsen et obtint le grade de docteur en 1862. On le trouve ensuite dans le laboratoire de Kolbe à Marburg, puis à Heidelberg en qualité d'assistant de cours de Bunsen. Suivit une activité industrielle dans la firme Meister, Lucius et C^{ie} qui prit fin en raison d'une intoxication grave dont il supporta, semble-t-il, les conséquences toute sa vie. On le retrouve après son rétablissement à Heidelberg comme collaborateur d'Erlenmeyer, mais l'événement le plus important de toute cette période fut sa décision de travailler à Berlin, dans le laboratoire de Baeyer, dont il



Carl Graebe (1841-1927)

devint bientôt l'assistant. Il y resta de 1865 à 1869 et subit profondément l'influence du grand savant. Il commença alors des travaux sur une classe de substances qui devait retenir son attention toute sa vie : les quinones. Leur structure était encore fort mal connue. Kekulé considérait la quinone la plus simple, la benzoquinone, comme une substance à chaîne ouverte ; Graebe reconnut sa nature cyclique et la formula d'abord comme un dérivé benzénique avec un pont de peroxyde. Ce ne fut que plus tard qu'il adopta la formule dicarboxylée. Il postula l'existence de naphthoquinones dont il prépara quelques dérivés chlorés. Ces études étayèrent la formule bicyclique proposée par Laurent et Erlenmeyer pour le naphthalène. Les quinones sont colorées, et l'attention de Graebe fut ainsi attirée sur les colorants végétaux dont les deux représentants les plus importants étaient l'indigo, « roi des colorants », et l'alizarine. Cette dernière avait été retirée autrefois par Robiquet de la racine de garance où elle se trouve sous forme de di-glycoside. Elle était un colorant sur mordant d'une importance économique considérable : par exemple, les fameux pantalons rouges de l'armée française d'avant la première guerre mondiale étaient teints au moyen du rouge de garance. Baeyer avait montré que par distillation sur la poudre de zinc, les composés aromatiques se laissent désoxygéner, avec formation de l'hydrocarbure de base. D'après Willstätter³, ce serait Baeyer lui-même qui aurait engagé Graebe à soumettre l'alizarine à cette opération ; toujours est-il que Baeyer laissa généreusement la gloire scientifique et aussi le profit industriel à son assistant. C'est avec un « Praktikant », Liebermann, qui travaillait comme étudiant dans le laboratoire que Graebe surveillait en qualité d'assistant, que l'opération fut effectuée ; elle fournit un composant déjà connu du goudron de houille, l'anthracène. Ce dernier est transformé facilement par oxydation chromique en anthraquinone et Graebe pressentit que l'alizarine est une dihydroxy-anthraquinone. La synthèse fut immédiatement entreprise. Les deux collaborateurs préparèrent d'abord par bromation directe une dibromo-anthraquinone qui, par traitement énergique au moyen d'hydroxyde de potassium, fournit de l'alizarine. Graebe était alors âgé de 27 ans. Il faut noter qu'il attribuait à l'anthracène une structure qui en réalité est celle du phénanthrène ; cette erreur ne fut corrigée qu'en 1873. On savait que les deux groupes OH sont dans le même noyau, puisque l'alizarine fournit par oxydation de l'acide phtalique, mais leur emplacement exact était inconnu, et c'est par suite d'un heureux hasard que la bromation fournit le dérivé convenable. La structure de l'alizarine ne fut établie que quelques années plus tard par Baeyer et Caro qui, par condensation de l'anhydride phtalique avec l'hydroquinone, obtinrent la 1,4-dihydroxy-anthraquinone ; celle-ci, à l'instar de l'alizarine, fournit par oxydation ménagée la 1,2,4-trihydroxy-

anthraquinone (purpurine), colorant satellite de la racine de garance. Il découle de tous ces faits que les deux OH de l'alizarine sont en position 1,2.

Les biographes de Graebe¹ et de Liebermann indiquent toutes les difficultés que les deux inventeurs durent surmonter pour obtenir des brevets. Ceux-ci furent exploités par la Badische Anilin-und Soda-Fabrik qui n'obtint pas sans peine les quantités d'anthracène nécessaires pour la fabrication. Un de ses chimistes, Caro, découvrit que l'anthraquinone se laisse convertir en un acide mono-sulfonique qui, par fusion alcaline en présence d'oxygène atmosphérique, ou mieux encore d'un oxydant tel que le chlorate de sodium, fournit de l'alizarine avec un bien meilleur rendement. En ce qui concerne l'histoire du droit des brevets, il est intéressant de lire qu'un brevet additionnel fut refusé en Allemagne pour ce perfectionnement. D'autre part, W. H. Perkin sen. qui avait créé l'industrie des colorants en fabriquant le premier colorant artificiel, la mauvéine, découvrit, lui aussi, le procédé par sulfonation de l'anthraquinone : il l'avait fait breveter en Angleterre un jour après les chimistes allemands. Ce ne fut qu'en 1873 que toutes les difficultés techniques et juridiques furent surmontées.

Au bout de quelques années, l'alizarine synthétique remplaça dans le monde entier le colorant naturel. Willstätter⁵ rappelle qu'à Avignon, sur une colline, s'élève encore la statue de Jean Althen qui introduisit dans le Midi de la France la culture de la garance, mais depuis bien longtemps cette dernière a disparu des vallées du Rhône et de la Durance que contemple fièrement l'effigie de bronze.

C'étaient auparavant la France et l'Angleterre qui dépassaient l'Allemagne dans le domaine de l'industrie des colorants. La fabrication synthétique d'un des plus importants colorants naturels imprima un vif élan à l'industrie chimique allemande. Elle exerça aussi un important effet psychologique ; les autorités allemandes comprirent l'importance économique potentielle d'un travail de laboratoire et il en résulta une bienveillance à l'égard des universités quant à l'octroi des crédits.

La synthèse de l'alizarine avait rendu Graebe célèbre du jour au lendemain. Après un séjour d'un an, en qualité de privat-docent à Leipzig chez Kolbe, il accepta en 1870 la chaire de chimie organique de l'Université de Königsberg. Grâce à ses liens avec l'industrie chimique allemande, il disposa de grandes quantités de diverses fractions de goudron de houille et il en isola l'acridine, le carbazol, le phénanthrène, le pyrène et le chrysène, et entreprit la synthèse de tous ces composés. Le phénanthrène, par exemple, fut obtenu par pyrogénéation du stilbène, plus tard par pyrogénéation de toluène qui fournit en outre de l'anthracène.

Des travaux furent entrepris sur l'aurine et l'acide rosolique et ils auraient sans doute permis d'établir la structure de ces composés qui sont des dérivés du triphényl-méthane; malheureusement la maladie obligea Graebe à s'absenter du laboratoire et ce sont les travaux de E. et O. Fischer qui conduisirent au but.

Le climat de Königsberg et aussi la raideur prussienne ne convenaient pas à Graebe. Il espérait obtenir la chaire de Strasbourg devenue vacante par suite du départ de Baeyer, puis celle de Marburg, mais il essuya des déconvenues. Il en résulta une dépression nerveuse grave qui nécessita un long congé, au cours duquel il séjourna à Zurich auprès de ses collègues V. Meyer, Weith et Merz. C'est là qu'il reçut un appel de l'Université de Genève qu'il accepta en 1878. Le rôle déterminant de E. Ador a été indiqué dans l'introduction. Avant l'achèvement du bâtiment, Graebe commença son enseignement en 1879 dans l'ancien petit local de Marignac, au sous-sol de l'Université. Son cahier de charges l'obligeait à donner cinq heures de cours de chimie générale (chimie minérale au semestre d'hiver et chimie organique au semestre d'été) et en outre une heure de « technologie ». On attendait peut-être de lui un cours de chimie appliquée; en réalité, cet enseignement, lorsqu'il était donné, concernait des sujets spéciaux de chimie organique, et il était souvent confié à des privat-docents. Graebe n'était pas doué pour les langues; dans ses lettres, il se plaint des énormes difficultés qu'il eut au début à professer en français, et jusqu'à la fin de sa carrière, il parla une langue approximative accompagnée d'un solide accent tudesque.

En ce qui concerne ses recherches, il poursuivit celles effectuées à Königsberg. Une série de travaux concerne d'autres composants du goudron de houille: l'acénaphène, le picène et le fluorène dont il prépara divers dérivés aujourd'hui classiques. Mentionnons en outre une synthèse de l'acridone par pyrogénéation de la o-amino-benzophénone. Graebe établit la structure du bleu d'alizarine obtenu auparavant par Prudhomme à partir de la 3-nitro-alizarine par traitement au moyen du glycérol en présence d'acide sulfurique; il démontra la formation d'un cycle de pyridine et la synthèse selon Skraup-Graebe de la quinoléine en découla. Plusieurs travaux furent consacrés à la xanthone; en particulier, il effectua la synthèse de l'euxanthone, colorant naturel qui représente une dihydroxy-xanthone. Dans la série des 3-méthyl- et 3-hydroxyméthyl-anthraquinones, il entreprit les premiers travaux sur l'émodyne et l'acide chrysophanique, principes purgatifs de la rhubarbe. Mentionnons encore rapidement des recherches sur des produits d'hydrogénation partielle du naphthalène; dans cette série, il découvrit la transposition de nitro-naphthalènes en nitroso-naphthols. Dans le cadre de travaux sur l'acide

gallique, il synthétisa l'un de ses dérivés diméthylés, l'acide syringique, composant de diverses substances naturelles, et établit la structure de l'acide ellagique, constituant de tannins.

Toute sa vie, Graebe s'intéressa aux relations entre la structure et la coloration. S'il n'introduisit pas la notion de chromophore et d'auxochrome, il reconnut dès 1868 des relations entre la couleur et le caractère insaturé. Dans ce contexte, son travail sur un hydrocarbure rouge, obtenu d'abord par de la Harpe et van Dorp, est caractéristique. Cette substance se forme par passage à haute température du fluorène sur de l'oxyde de plomb; il s'agit d'un di-biphényl-éthylène contenant le groupe $\begin{array}{c} \text{C}=\text{C} \\ \text{C}=\text{C} \end{array} \text{C}=\text{C}$ et présentant ainsi une certaine analogie avec les fulvènes. Bien qu'il ne l'ait pas écrit expressément, on soupçonne que Graebe pressentait qu'une accumulation de doubles liaisons conjuguées se comporte comme un chromophore.

Graebe eut la chance ou la malchance de faire très jeune une découverte qui le rendit immédiatement célèbre. Il ne fit jamais ensuite de travaux d'une importance comparable à celle de la synthèse de l'alizarine. Il reste toutefois dans l'histoire de la chimie organique l'auteur de travaux fondamentaux sur les hydrocarbures aromatiques polycycliques qui généralisèrent les conceptions de Kekulé. On lui doit également les recherches classiques dans la classe des quinones.

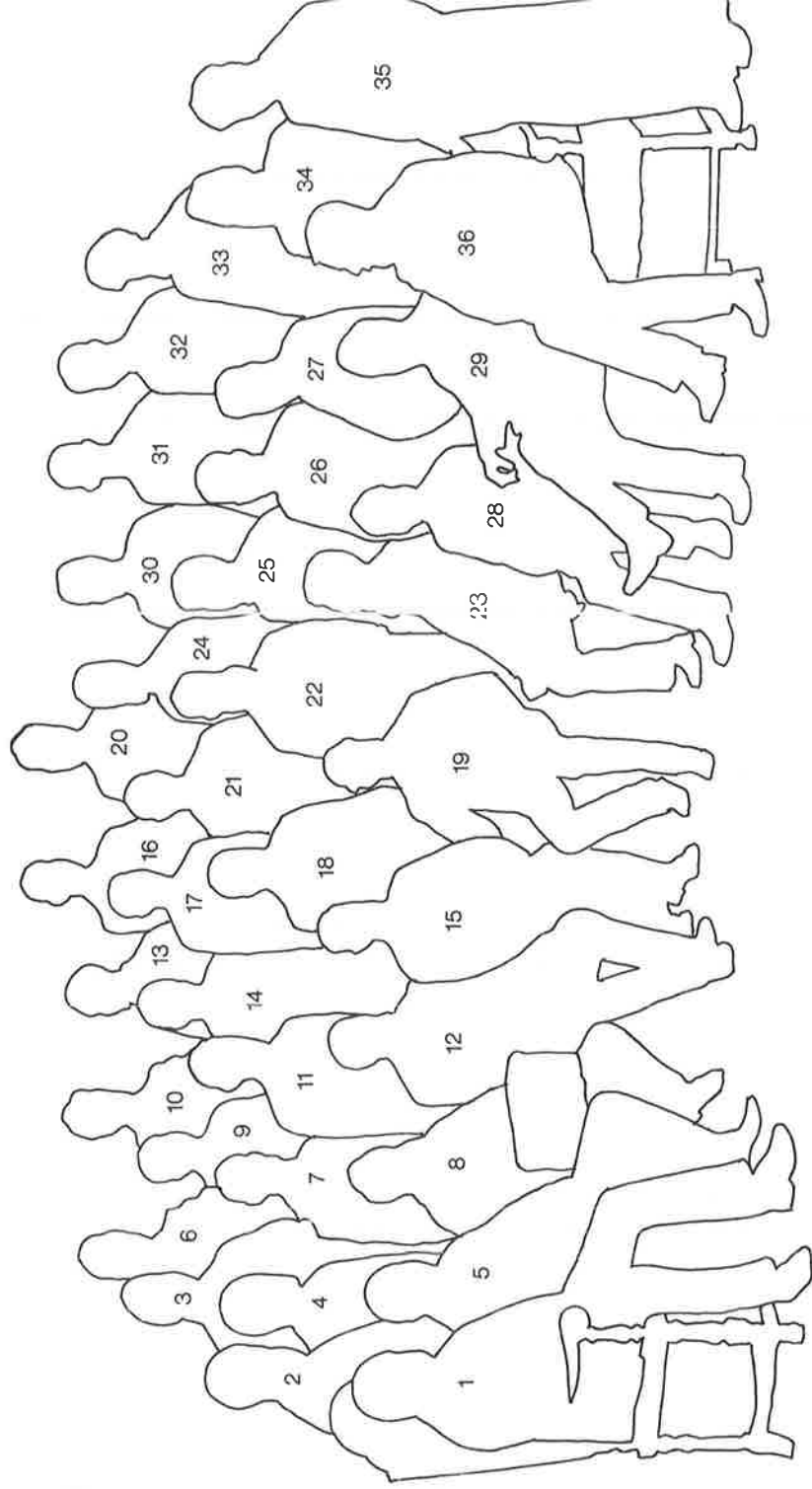
b) Collaborateurs principaux

Graebe disposait au début de deux postes d'assistant. En 1890, il demanda deux postes de professeur extraordinaire. On nomma d'abord en 1892 son ancien élève et assistant, Ph. A. Guye, qui venait d'obtenir à Paris un deuxième grade de docteur. Guye avait cru découvrir une relation, «le produit d'asymétrie», entre le pouvoir rotatoire et la nature des quatre substituants d'un carbone asymétrique. Comme ancien élève de Bunsen, Graebe avait été l'un des premiers à comprendre l'importance de la chimie physique et il usa de toute son influence pour que la nouvelle chaire fût consacrée à cette discipline; il eut ainsi également la possibilité de se débarrasser de son enseignement de technologie qui fut confié à Guye. Deux ans plus tard, A. Pictet obtint une chaire de chimie organique spéciale rattachée à celle de Graebe. Celui-ci laissait toute liberté de recherches à ses collaborateurs les plus doués. Parmi ses assistants, il faut citer Kehrmann, futur professeur de chimie organique à Lausanne, qui fut l'un des premiers à comprendre qu'à côté de la forme quinonique classique des colorants azotés dérivés du triphényl-méthane, on peut concevoir une structure de sels de carbonium dans lesquels la charge

positive se trouve sur le carbone central ; il contribua aussi à développer la théorie des sels d'oxonium. Un autre assistant très capable, F. Ullmann, déjà mentionné dans l'introduction, poursuivit des travaux entrepris avec Graebe sur les xanthones et les acridones et obtint des colorants à cuve importants en y incorporant des squelettes d'anthraquinone. Plus tard, il élabora en Allemagne la synthèse des dérivés du diphényle qui porte son nom.

c) Le congrès de Genève

Un événement important eut lieu à Genève du 19 au 22 avril 1892⁶. Durant l'exposition universelle de 1889 dont la Tour Eiffel perpétue le souvenir, un congrès international de chimie eut lieu à Paris. Son programme comprenait l'élaboration d'une nomenclature de la chimie organique. Le nombre de substances organiques connues augmentait à une vitesse hallucinante ; elles recevaient des noms plus ou moins fantaisistes et le besoin de règles internationales se faisait sentir. On décida de confier ce travail à une commission permanente, mais c'est une sous-commission parisienne qui jouait le rôle d'organisme centralisateur. Cette dernière, après s'être réunie 45 fois, rédigea un rapport à la suite duquel il fut décidé d'organiser une réunion internationale à Genève. Le choix de notre ville était heureux, car elle était déjà le siège du comité de la Croix-Rouge et sa vocation internationale s'affirmait. Ce choix est certainement dû aussi au prestige de Graebe. On procéda pour la réunion du congrès par l'envoi d'invitations personnelles ; des délégations nationales étaient donc absentes. Trente-cinq chimistes répondirent favorablement. Les Français étaient les plus nombreux, ce qui s'explique par le fait que le projet d'un congrès de nomenclature émanait de chimistes français ; c'est un des leurs, Friedel, qui fut élu président. Ils étaient en majorité favorables à des règles internationales strictes et logiques qui devaient entre autres faciliter l'enseignement universitaire. Les chimistes allemands étaient guidés par des considérations plus pratiques. Leur souci principal était de ne donner à chaque substance qu'un seul nom pour faciliter les recherches bibliographiques. Après huit réunions, on arriva à un compromis qui tenait compte à la fois des conceptions françaises et allemandes. Lors de ce congrès, Graebe joua un rôle éminent grâce à la clarté de ses interventions. Les règles de Genève ne concernent que la chimie aliphatique. Ce ne fut qu'après la première guerre mondiale que l'Union Internationale de Chimie pure et appliquée continua systématiquement les travaux entrepris à Genève et des comités permanents de nomenclature furent créés pour toutes les disciplines chimiques.



1. P. Barbier
2. H. Armstrong
3. R. Nietzsche
4. A. Haller
5. E. Paterno

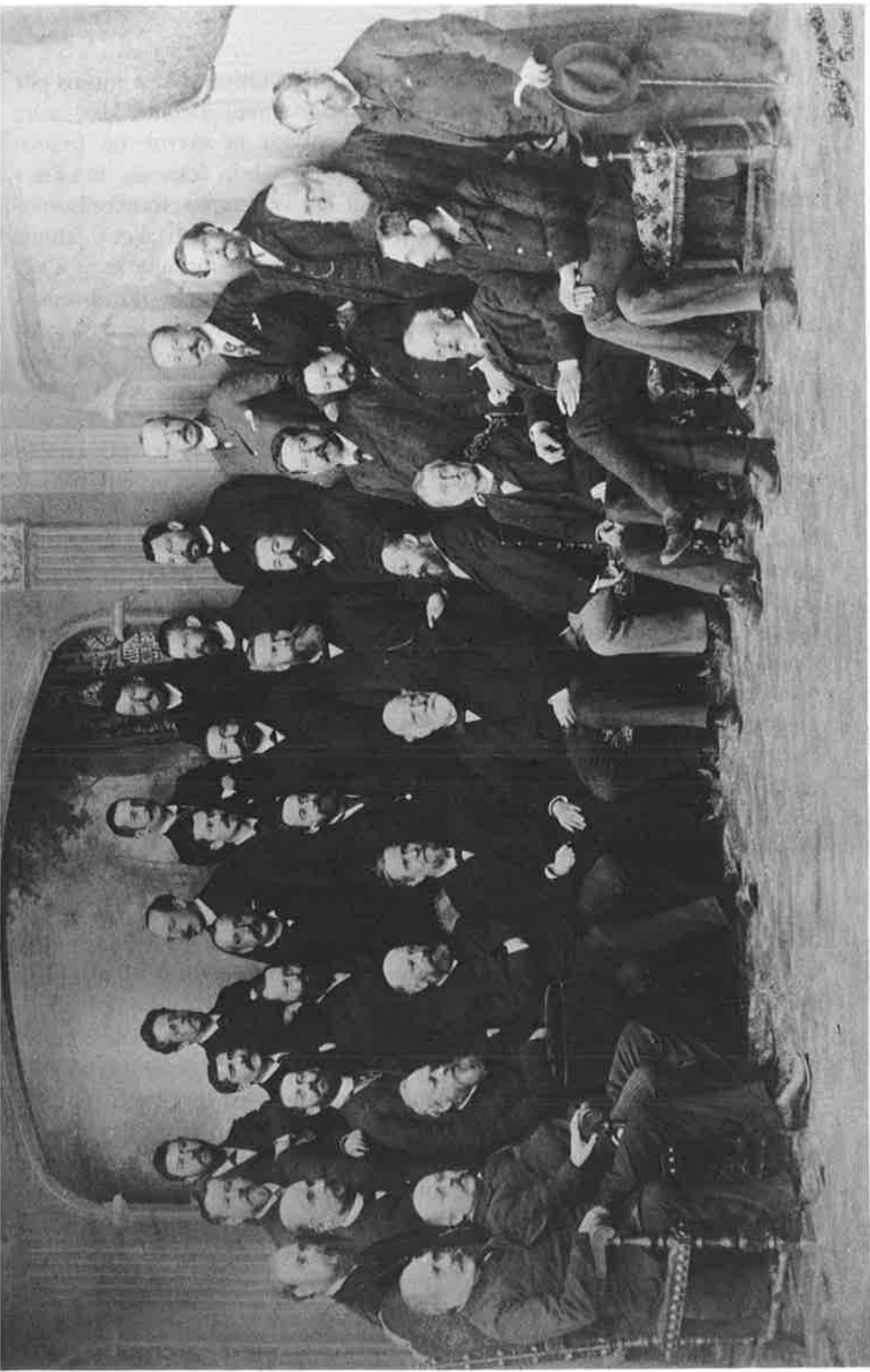
7. P. Cazeneuve
8. C. Graebe
9. L. Maquenne
10. A. Hantzsch
11. E. Fischer

13. A. Combes
14. M. Hanriot
15. S. Cannizzaro
16. A. Pictet
17. M. Delacre

19. C. Friedel
20. Z. Skraup
21. A. Béhal
22. E. v. Meyer
23. A. Lieben

25. C. Istrati
26. F. Tiemann
27. L. Bouveault
28. J. Gladstone
29. A. Cossa

31. E. Noetting
32. M. Fileti
33. A. Franchimont
34. D. Monnier
35. L. Olivier



Congrès international de Nomenclature organique à Genève, 1892

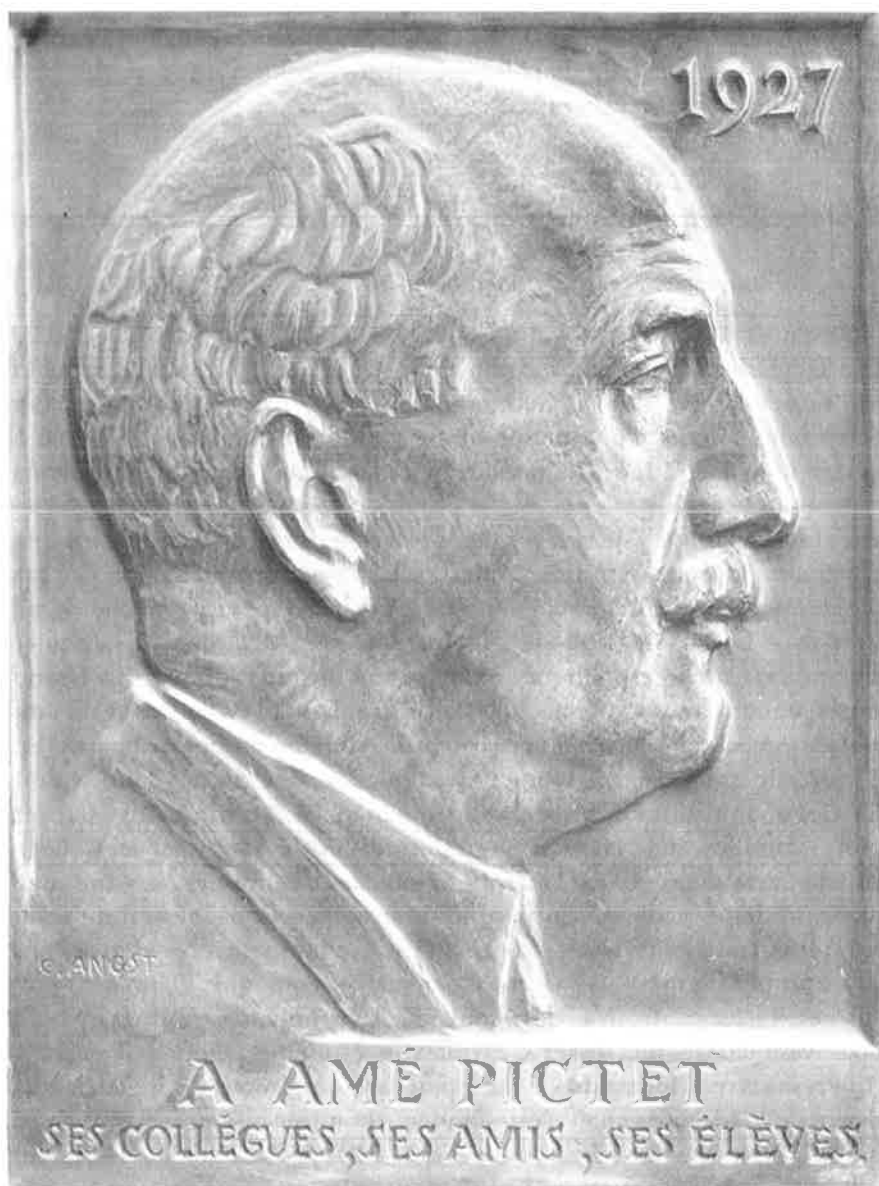
D'après ses lettres, Graebe choisit une carrière universitaire moins par goût de la recherche que par celui de l'enseignement. Donner des cours semble avoir été pour lui un très grand plaisir et même un besoin intellectuel. A Genève, il n'a jamais enseigné en bon français, mais ses auditeurs, qui en grande partie n'étaient d'ailleurs pas francophones, étaient captivés par sa clarté et son profond savoir. Il n'eut jamais d'assistant de cours; un garçon de laboratoire («préparateur») était à ses côtés, mais Graebe tenait à faire de ses mains de très nombreuses expériences, judicieusement choisies. Ceux qui l'ont connu le décrivent comme un homme modeste, calme, pacifique, foncièrement bon, qui était extrêmement sensible et sujet à des dépressions qu'il savait dissimuler. Je ne sais pas s'il entretenait des relations très étroites avec son ancien compatriote, C. Vogt, dont le caractère combatif contrastait avec le sien. S'il aimait Genève en raison de sa beauté et de celle de ses environs, il ne semble pas qu'il se soit assimilé et adapté à la société locale, ce qui d'ailleurs n'était pas facile: la Genève d'alors ne ressemblait guère à la grande ville internationale d'aujourd'hui. Célibataire endurci, il finit cependant par épouser à 54 ans une Genevoise, d'origine bernoise, Mademoiselle Albertine Burgdörfer. Mais même après son mariage, il trouvait du temps pour passer des fins d'après-midi et des soirées avec ses nombreux étudiants allemands. On raconte que parfois le grand professeur accompagnait lui-même un nouvel étudiant allemand pour l'aider à trouver une chambre. Durant tout son séjour à Genève, Graebe resta profondément attaché à son pays d'origine. On fêta ses 25 ans de professorat à Genève, non dans notre ville, ce qui aurait été normal, mais à Cassel en 1903, durant la réunion annuelle des naturalistes allemands, ceci probablement à la demande de Graebe. Il démissionna en 1906 à l'âge de 65 ans, c'est-à-dire 10 ans avant la limite d'âge légale. Le désir de retourner en Allemagne fut déterminant, mais d'autres facteurs intervinrent: fatigue causée par les nombreux examens et divergence avec des collègues au sujet de la forme de ces examens. Graebe se figurait aussi qu'il se développait à Genève une germanophobie croissante; en réalité, tout le monde n'approuvait pas la facilité avec laquelle il accordait des places d'assistants à des étudiants allemands, au détriment parfois d'autres candidats aussi qualifiés. La fin de Graebe fut triste. Il espérait trouver en Allemagne une chaire à temps partiel; malgré tout son prestige, il n'y parvint pas, sans doute en raison de son âge avancé. Il se retira dans sa ville natale, à Francfort, où il resta 21 ans jusqu'à sa mort. Il entreprit la rédaction d'une histoire de la chimie organique. Lorsque la première guerre mondiale éclata, Graebe, en bon patriote, convertit toute

sa fortune en marks et fut par conséquent ruiné par l'inflation allemande d'après-guerre. S'il put finir sa vie décemment, c'est grâce à la générosité de quelques collègues et amis. Dans un passage assez cruel de ses «Souvenirs», Pictet relate une visite qu'il fit à Graebe en 1924 et l'état de dégradation intellectuelle dans lequel il trouva celui qui fut un des plus grands chimistes de son temps.

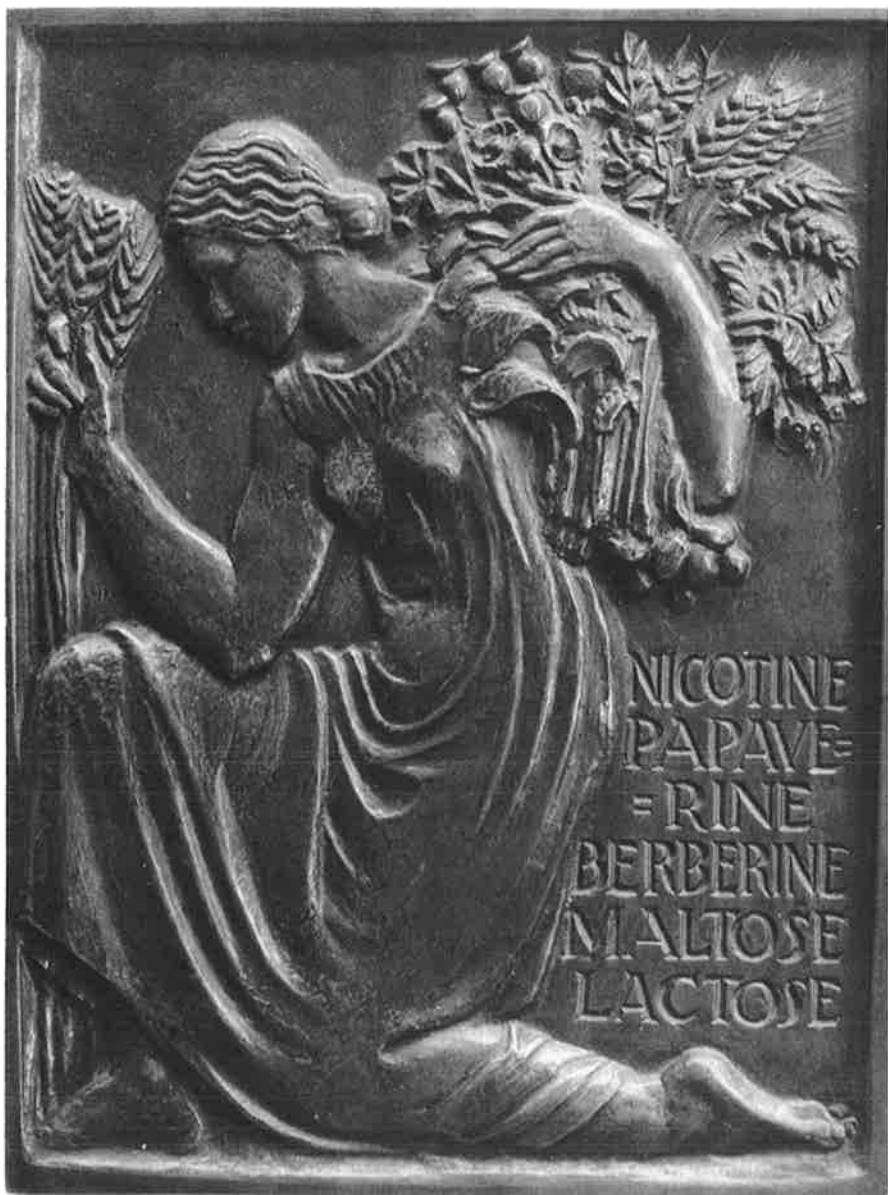
III. AMÉ PICTET

a) Carrière universitaire et œuvre scientifique

Plusieurs notices nécrologiques ont été consacrées à Amé Pictet; celle qui a été écrite par le savant le plus éminent et qui, à mon avis, paraît la plus objective, est due à George Barger⁷. Je m'inspirerai aussi des «Souvenirs»² écrits d'une plume alerte par Pictet lui-même. Il est né à Genève le 12 juillet 1857. La famille Pictet a donné à notre ville plusieurs hommes de valeur, par exemple le physicien Marc-Auguste Pictet et son frère le diplomate Charles Pictet de Rochemont; Raoul Pictet, qui s'illustra, en même temps que Cailletet à Paris, par la liquéfaction des gaz considérés comme permanents, appartenait à la même branche. Amé Pictet était issu d'une branche cadette. Son père Ernest était banquier privé et joua un rôle politique important: il devint président du Grand Conseil et conseiller national. Amé Pictet fréquenta l'école Privat où tant d'enfants de «bonne» famille genevoise firent leurs études primaires. En ce qui concerne l'enseignement secondaire, il existait deux voies: «La Gogue», institution privée, dirigée par un M. Martine, qui pour les bonnes familles était la suite naturelle de l'Ecole Privat, et le Collège officiel. Sans doute dans l'intention louable de donner à Amé une éducation démocratique, son père le fit entrer au Collège où il ne se fit pas d'amis, car il considérait ses camarades comme vulgaires et grossiers. Il n'en fut pas de même au Gymnase qui, à cette époque, était séparé du Collège: Pictet y trouva des gens de son milieu, ayant fréquenté auparavant la Gogue. Après d'excellentes études classiques, il entra à l'Université avec l'intention de faire plus tard des études de médecine (la Faculté de Médecine venait d'être fondée). Il fut très intéressé par le cours de Carl Vogt qui lui aurait dit, ce qui, dans la bouche de l'éminent zoologiste, signifiait un grand compliment: «Je vous apprécie, parce que vous, au moins, vous n'êtes pas mômier». L'année suivante, il fut impressionné par le cours de chimie minérale de Marignac et résolut de devenir chimiste, ce qui n'enthousiasma pas son père; des fils de bonnes familles genevoises avaient toutefois adopté cette profession, ce qui



Amé Pictet (1857-1937)



Allégorie représentant ses principales synthèses

montrait qu'on pouvait être chimiste sans cesser d'être un « Monsieur ». Son père désirait qu'il fit carrière dans l'industrie, c'est la raison pour laquelle Pictet étudia à l'Ecole polytechnique de Dresde où le professeur R. Schmitt donnait un excellent cours de chimie organique qui sans doute incita Pictet à se spécialiser dans cette branche. Pour la préparation de sa thèse de doctorat, il choisit l'institut de Kekulé à Bonn, mais ce ne fut pas sous la direction de l'illustre chimiste qu'il travailla, mais sous celle de son assistant, R. Anschütz. Le sujet concernait les relations entre les acides maléique et fumérique d'une part, les acides tartriques d'autre part. Peu de temps après, Anschütz annonça à Pictet que Kekulé lui-même venait de résoudre en grande partie la question, ce qui laisse rêveur quant à l'esprit de franchise et de coopération qui existait dans le laboratoire. Pictet prépara à Bonn seulement une série d'esters de l'acide tartrique et il crut trouver une relation entre leur structure et leur pouvoir rotatoire. Pour terminer ce travail, il revint à Genève où Graebe l'engagea comme assistant. En 1881, il obtint son doctorat après présentation d'une thèse sur les esters tartriques. Il fit ensuite un séjour de quelques mois à Paris chez Wurtz où au point de vue chimique il ne fit pas grand-chose (quelques essais sur la quinoléine et la lutidine), mais il put se familiariser avec la culture française.

Pictet raconte qu'il avait vu à Bonn, dans la vitrine d'une librairie, une brochure de Koenigs ouverte à la page où était présentée la formule correcte de la pyridine. L'analogie avec la formule du benzène de Kekulé lui fit une impression telle qu'il décida de se vouer à la chimie hétérocyclique, ce qui tout naturellement le conduisit plus tard à des recherches sur les alcaloïdes.

Après son mariage, il s'inscrivit à Genève comme privat-docent; ses leçons concernaient les composés hétérocycliques, y compris les alcaloïdes. Il put aussi diriger les travaux de quelques collaborateurs.

Sur les instances de son père et de son beau-père qui désiraient le voir exercer une activité plus rémunératrice, il postula et obtint en 1888 le poste de maître de chimie au gymnase qui venait d'être rattaché au Collège; il succédait en cette qualité à Albert Rilliet qui continuait à enseigner la physique. Pictet resta cinq ans dans l'enseignement secondaire et, d'après ses « Souvenirs », ses leçons étaient appréciées et il ne fut victime d'aucun « chahut ». Pour moi qui fut un « potache » genevois, ceci signifie que l'enseignement de Pictet était excellent. Il put faire quelques travaux dans un petit laboratoire du gymnase et, dans ses « Souvenirs », il considère ce passage par l'enseignement secondaire, tout compte fait, comme favorable, car il y développa ses dons pédagogiques. En 1894, il fut nommé professeur extraordinaire de chimie organique spéciale, et donna

en principe le même cours que lorsqu'il était privat-docent. En 1898 mourut le professeur Denys Monnier, qui donnait un enseignement très étendu (voir «chimie biologique»); celui-ci fut réparti entre plusieurs successeurs, et Pictet reçu pour sa part, avec le titre de professeur ordinaire, une chaire de chimie pharmaceutique, biologique et toxicologique qu'il occupa durant sept ans. En 1906, il succéda à Graebe comme professeur de chimie inorganique et organique et exerça ces fonctions jusqu'en 1932, date à laquelle il atteignit la limite d'âge légale de 75 ans. Ce ne fut que durant les cinq dernières années de son professorat qu'il se déchargea sur le professeur E. Cherbuliez du cours de chimie minérale du semestre d'hiver.

Graebe s'était fait connaître par la distillation de l'alizarine sur la poudre de zinc; plus tard, au cours de ses synthèses de dérivés polycycliques, il recourut de nouveau à des réactions de pyrogénéation. Il semble que l'influence de Graebe soit perceptible dans une grande partie des travaux de Pictet qui bien souvent «maltraita» ses substances en les soumettant à des températures élevées, sans trop se soucier des transpositions possibles. Graebe avait synthétisé l'acridine par pyrogénéation de la N-phényl-o-toluidine; à partir de la benzylidène-aniline, il n'obtint pas la phénanthridine. Pictet la prépara en travaillant non au «rouge sombre», mais au «rouge vif». Plus tard, il obtint des dérivés de la phénanthridine dans des conditions plus douces, par déshydratation intramoléculaire de 2-acylamino-diphényles. Par des réactions de pyrogénéation, il obtint du α -phénylindol (à partir de la benzylidène-toluidine) et de la α -méthylquinoléine, ce qui résulte dans le deuxième cas de transpositions compliquées. Mentionnons une méthode de préparation de monoalcoyl-anilines, consistant à traiter la formanilide par la potasse en présence d'halogénures d'alcoyle.

Les travaux les plus importants de cette époque concernent des synthèses d'alcaloïdes. Auparavant, seules laconiine et la pipérine avaient été synthétisées. Il nous faut donner quelques détails concernant la synthèse sans doute la plus connue de Pictet, celle de l'alcaloïde principal du tabac, la nicotine. La structure la plus probable, proposée par Hoojewerff et van Dorp, était celle de la β -pyridyl- α -N-méthyl-pyrrolidine. Elle servit de base au travail de Pictet. On savait que la pyrogénéation du mucate d'ammonium fournit, entre autres, du pyrrole; de même, Pictet obtint par pyrogénéation du mucate de β -amino-pyridine du N-(β -pyridyl)-pyrrole. Une transposition thermique le convertit en α -(β -pyridyl)pyrrole, qu'une méthylation à l'azote du reste de pyrrole transforme en nicotine. Il suffisait d'hydrogéner le noyau de pyrrole pour obtenir la nicotine racémique. Cette opération s'avéra très difficile

par les techniques dont on disposait alors et dut être effectuée en plusieurs étapes. La nicotine racémique fut dédoublée par l'intermédiaire de son tartrate et comme il fallait s'y attendre, les actions pharmacologiques des deux antipodes se montrèrent différentes. Ajoutons qu'une synthèse comportant des stades moins brutaux et plus clairs fut effectuée ultérieurement par Späth⁸. Ayant eu à sa disposition, grâce à ses relations avec la fabrique de cigares Ormond, de Vevey, de grandes quantités de jus de tabac, Pictet examina les alcaloïdes mineurs qui accompagnent la nicotine; il en trouva quatre; plus tard, il décela de petites quantités de bases plus simples, pyrrolidine et N-méthyl-pyrrolidine, qu'il nomma proto-alcaloïdes et qu'il considérait comme des précurseurs des alcaloïdes plus complexes. Indiquons que Späth⁹ caractérisa dans le tabac à côté de la nicotine, de la pyrrolidine et de la N-méthyl-pyrrolidine, neuf autres bases dont une seule serait identique à l'un des quatre alcaloïdes de Pictet. Ce dernier attribuait des divergences de ce genre aux différences d'origine des tabacs utilisés, voire à des variations annuelles de composition². En relation avec la synthèse de la nicotine, Pictet étudia aussi le mécanisme de conversion du mucate d'aniline en N-phényl-pyrrole et isola quelques produits intermédiaires.

Après la synthèse de la nicotine, Pictet s'attaqua à celle d'autres alcaloïdes dérivés de l'isoquinoléine. Améliorant un procédé dû à Bischler et Napieralski, il obtint des dérivés 3,4-dihydrogénés de cette base, en traitant à chaud par le pentoxyde de phosphore dans le xylène ou le toluène, des N-acyl-phényl-éthyl-amines. En réduisant le dérivé convenable de la dihydro-isoquinoléine ainsi obtenu, Pictet synthétisa la laudanosine qui contient un reste de tétrahydro-isoquinoléine. La papavérine dérive de l'isoquinoléine elle-même; pour sa synthèse, il fallait donc effectuer une déshydrogénation qui fut obtenue par des méthodes indirectes. La papavérine synthétique ne donna pas la même réaction colorée avec l'acide sulfurique concentré que les échantillons de papavérine naturelle; ces derniers contiennent en effet, comme le constata Pictet, jusqu'à 4 % d'une autre base, la cryptopine. Il décrivit ensuite la synthèse d'un autre dérivé de l'iso-quinoléine contenant quatre cycles, la berbérine, mais il dut essuyer une première déconvenue, car cette synthèse ne put être répétée par d'autres auteurs. Mentionnons encore la préparation d'amino-oxydes dérivés de la strychnine et de la brucine, qui étaient moins toxiques et avaient des propriétés pharmacologiques différentes de celles des bases primitives; cette observation intéressante put être généralisée par d'autres chercheurs.

Au cours de ses synthèses, Pictet fut amené à préparer une série d'anhydrides mixtes, en particulier le nitrate d'acétyle qui est un excellent agent nitrant.

Dans la partie « chimie biologique », il sera question de la théorie de Pictet sur la genèse des alcaloïdes.

Pictet écrivit en 1888 un livre « La constitution chimique des alcaloïdes » qui fut traduit en allemand et réédité plusieurs fois.

C'est dans le but d'étudier le sort des alcaloïdes lors de la formation de la houille et dans l'espoir d'isoler des « alcaloïdes fossiles » que Pictet entreprit des travaux qui sont parmi les plus beaux de sa carrière. Il commença par extraire, au benzène bouillant, de la houille pulvérisée. L'extrait (0,1 % du charbon primitif) contenait entre autres un hexahydrofluorène fournissant par oxydation un mélange d'acides adipique, phtalique et acétique. En raison de ce faible rendement, Pictet procéda par distillation de la houille, non à pression ordinaire, mais dans le vide de la trompe à eau à une température inférieure à 450°; le rendement en distillat s'éleva cette fois à 3,5 %. Ce « goudron du vide » contenait des hydrocarbures, non pas aromatiques, comme le goudron ordinaire, mais hydroaromatiques, accompagnés d'alcools de la même série. Un des hydrocarbures, de formule $C_{10}H_{20}$, était très probablement l'hexahydrodurène (tétra-méthyl-hexahydrobenzène). Un autre hydrocarbure $C_{30}H_{60}$ fut identifié au mélène obtenu par distillation de la cire d'abeille. L'analogie du goudron du vide avec certains pétroles était frappante, et Pictet apporta ainsi des arguments en faveur de l'origine végétale du pétrole. Par distillation à température ordinaire, le goudron du vide est déshydrogéné et fournit un mélange analogue au goudron ordinaire. Pictet étudia aussi le cracking du goudron du vide et trouva dans le chlorure d'aluminium un bon catalyseur.

Il n'est pas étonnant qu'après cette distillation de la houille, sous pression réduite, Pictet ait soumis à la même opération nombre d'autres matières. En 1918, en collaboration avec Sarasin, il distilla la cellulose et l'amidon dans le vide et obtint avec un rendement de 30 % un composé préparé autrefois en petites quantités par Tanret (1894), le 1,6-anhydro- β -glucopyranose ou « lévoglucosane ». Pictet en détermina partiellement la structure. Le même composé a été obtenu plus tard par d'autres auteurs par distillation dans le vide de certains β -glucosides et même du β -glucose lui-même, ce qui fut un premier indice de la présence de liaisons β -glucosidiques dans la cellulose. Sa formation par distillation de l'amidon qui ne contient que des liaisons α -glucosidiques est due probablement à des réarrangements thermiques. Dans ce contexte mentionnons encore que Pictet effectua des essais de dépolymérisation de l'amidon par traitement au moyen du glycérol à 200°; un des produits obtenus (« tri-hexosane ») se polymériserait spontanément en fournissant une substance qui présente quelques ressemblances avec l'amidon.

Abstraction faite d'essais de distillation dans le vide de matières protéiques, de la lignine et du caoutchouc, on peut dire qu'à partir de 1920, Pictet se consacra uniquement à la chimie des sucres, en particulier de leurs anhydrides. Gélis, en 1860, avait obtenu un anhydroglucose qui est en réalité le 1,2-anhydro- α -glucopyranose; il est beaucoup plus réactif que la lévoglucosane, ainsi que le constata Pictet. Celui-ci décrivit ensuite la préparation, par action de la chaleur dans le vide, de plusieurs autres anhydrides de mono- et de di-saccharides. En présence de chlorure de zinc, à chaud, ces anhydrides se polymérisent; à partir d'un mélange d'anhydrides, il se forme des polymères mixtes.

Ces produits de polymérisation peuvent être considérés comme des anhydrides dérivés de polysaccharides. Ces derniers furent obtenus à partir des anhydrides par action à froid d'acide chlorhydrique concentré, suivie d'un traitement par le carbonate d'argent. Une meilleure méthode consiste à traiter certains anhydrides, à chaud dans le vide, par un sucre. C'est ainsi qu'à partir du glucose et du 1,2-anhydroglucopyranose, il se forme du maltose. Pictet et ses collaborateurs publièrent la synthèse, par ces procédés, du mélibiose, du lactose et du raffinose. Tous ces travaux furent effectués, on le voit, par des méthodes simples, ne comportant par exemple aucun blocage de groupes hydroxyles dont la réaction était indésirable.

Le couronnement de ces synthèses aurait dû logiquement être celle du disaccharide le plus important au point de vue économique, c'est-à-dire du saccharose ou sucre ordinaire. Ce dernier, rappelons-le, est un composé non réducteur qui par sa structure apparaît comme un produit de condensation, avec élimination d'eau, d' α -glucopyranose et de β -fructofuranose. Par acétylation du fructose, Pictet et Vogel obtinrent comme produit accessoire un dérivé acétylé amorphe qu'ils considérèrent comme le tétra-acétyl-fructofuranose désiré et ils le condensèrent avec du 2,3,4,6-tétra-acétyl-glucopyranose, en solution chloroformique, en présence de pentoxyde de phosphore. Cette opération, annoncèrent-ils, fournit du saccharose par l'intermédiaire de son dérivé octa-acétylé. Ce résultat fit sensation. A cette époque, je travaillais à Munich; dans le superbe musée de technologie, le Deutsches Museum, se trouvait une salle réservée aux synthèses célèbres, et je fus très fier d'y voir figurer celle du saccharose. Cette synthèse, hélas, ne put être répétée.

Dans l'article de Barger⁷, on trouve un passage, peut-être cruel, dans lequel l'auteur déclare que l'obtention de lévoglucosane, avec un rendement relativement bon, par distillation de la cellulose fut somme toute un événement malheureux pour Pictet; il le conduisit à des travaux

dans un domaine où les méthodes simples et parfois brutales, qu'il employait autrefois avec succès, étaient inapplicables.

L'échec de la synthèse du saccharose attrista profondément les dernières années de Pictet. Dans un passage poignant de ses « Souvenirs », il rappelle les paroles d'un discours qu'il prononça au cours des festivités organisées à l'occasion de son soixante-dixième anniversaire : « Je reste au poste qui m'avait été confié... ». Il ajoute plus loin : « L'avenir a montré que j'ai eu tort de prononcer ces paroles... Les cinq dernières années où je suis encore resté à mon poste n'ont fait que mériter ce mot de déclin... ».

Pour compléter ce tableau, ajoutons que Pictet joua un rôle important dans l'organisation de la Chimie suisse. En 1901, il fut l'un des fondateurs de la Société suisse de Chimie ; il participa, avec quelque réserve, en 1918, à la création des *Helvetica Chimica Acta*. Il présida, de 1925 à 1930, le Comité suisse de la Chimie ; formé en Allemagne, imprégné de culture française, il était particulièrement qualifié pour ces fonctions délicates.

Amé Pictet laisse le souvenir d'un éminent organicien classique dont les synthèses d'alcaloïdes et les travaux sur le goudron du vide ont fait grand honneur à notre Ecole de Chimie.

b) Ses collègues et son entourage

Avant le professeur Cherbuliez, Pictet eut à ses côtés, comme professeur extraordinaire, Antoine-Adolphe Kaufmann (1883-1938), qui obtint son doctorat après avoir travaillé dans le laboratoire de Graebe. Il fut ensuite assistant, privat-docent et enfin professeur extraordinaire de chimie organique spéciale, à notre Ecole de Chimie. Son enseignement concernait la série hétérocyclique et, comme son chef, il travailla dans le domaine des alcaloïdes. On lui doit une synthèse de la damascéine et surtout une excellente synthèse de l'acide quininique, substance qui contient encore le squelette de quinoléine de la quinine. En 1921, il entra dans l'industrie et devint directeur de l'Usine de l'Allondon.

Pour décrire l'atmosphère du laboratoire de Pictet, il faut encore mentionner ceux qu'il appelait ses « hôtes », c'est-à-dire des chimistes plus âgés qui travaillaient indépendamment ; mentionnons : F. Ullmann dont nous avons déjà parlé ; A. Bischler, auteur avec Napieralski de la première synthèse dans la série de l'isoquinoléine et ancien directeur de la CIBA ; F. Reverdin (1849-1931), ancien élève au Poly de Zurich de V. Meyer et de E. Kopp, qui travailla d'abord dans l'industrie des colorants, puis de 1907 à 1930 à l'Ecole de Chimie où il s'occupa notamment de la nitration des substances aromatiques et des problèmes de structure qu'elle soulève. Ces vétérans étaient très bienveillants et disposés à faire bénéficier leurs jeunes collègues de leur vaste expérience.

Pour caractériser la personnalité d'Amé Pictet, deux mots se présentent immédiatement à l'esprit : élégance et distinction. Dans ses « Souvenirs », figure une photographie qui le représente dans son laboratoire à l'âge d'environ 30 ans : on voit une figure fine, portant un lorgnon ; il est impeccablement habillé, sans pour cela ressembler à une gravure de mode. Sur une autre photographie qui groupe les participants au Congrès de nomenclature de Genève, on voit à l'arrière-plan la même silhouette distinguée (Pictet était l'un des quatre secrétaires du Congrès).

J'ai suivi son grand cours en 1921-1922 ; il était âgé de 65 ans. Comme Graebe il faisait, aidé d'un préparateur, avec dextérité et élégance de nombreuses expériences. J'avais été fasciné avant tout par sa clarté et la pureté de son français qui contrastait, soit dit en passant, avec celui de son prédécesseur et de son successeur. Il employait toujours le mot juste et l'expression appropriée. Ses articles en français sont d'ailleurs écrits avec la même clarté et la même pureté de style. C'est lui qui a présenté à la Faculté mon travail de thèse exécuté sous la direction de mon père et je me souviens de quelques corrections stylistiques qu'il y apporta. J'avais employé le terme « filtration » ; il me fit remarquer que de même qu'on dit nettoyage, essayage, blocage, freinage, etc., il fallait écrire « filtrage » ; il ajouta que son prédécesseur avait hélas introduit dans le langage chimique genevois des expressions tudesques erronées qu'il avait bien de la peine à extirper. En réalité, les deux termes filtration et filtrage figurent dans les dictionnaires et semblent être synonymes, mais je pense que Pictet avait raison.

Formé en Allemagne, collaborateur à Genève d'un grand chimiste allemand, Pictet avait d'autre part des relations avec beaucoup de chimistes français et je crois qu'il aimait la France à bien des points de vue. Après mon doctorat, j'avais passé une année et demie chez un grand chimiste allemand, prix Nobel. De retour à Genève, je rendis visite à Pictet qui me demanda mes impressions sur son grand collègue. Je lui répondis que j'avais beaucoup aimé la bonhomie de cet Allemand du sud. Il me répondit : « Malheureusement, il lui manque un certain savoir-vivre » et il me raconta qu'à l'occasion du centenaire de la naissance de Berthelot, un magnifique banquet arrosé des meilleurs crus de France avait été organisé à Paris. Après le repas, Pictet, qui représentait la Suisse, demanda à son grand collègue allemand qui s'y trouvait aussi : « Ces bons vins vous ont-ils plu ? ». Réponse : « Ah ! vous savez, je préfère une bonne chope de bière. » ; Pictet considérait ceci comme un véritable manque de culture générale.

Pictet était exclusivement, peut-être exagérément, un organicien expérimentateur. Il me demanda une fois: «Vous intéressez-vous aux théories d'Einstein?». Je lui répondis qu'elles me passionnaient et que je regrettais beaucoup de ne pas posséder les connaissances mathématiques nécessaires pour mieux les comprendre. Exclamation: «Ah! ces jeunes! Ils ne voient pas que la chimie n'a pas à s'embarrasser de théorie et qu'elle est essentiellement une lutte contre la matière, au laboratoire.» Je n'eus pas l'impertinence de lui rappeler alors ses théories sur la genèse des alcaloïdes, mais il est possible que pour lui, ses hypothèses n'avaient rien à faire avec la chimie.

Barger⁷ prête à Pictet les propos suivants: «Ne vous servez jamais de logarithmes, par définition, ils sont erronés». Ou encore: «La théorie des hydrates de Werner est fort bien, mais...». En ce qui me concerne, je n'ai jamais entendu de telles paroles. Pictet manifestait beaucoup de cordialité à l'égard de ses élèves; il visitait fréquemment les laboratoires et s'adressait à chacun avec une amabilité teintée parfois d'ironie bienveillante. En dehors de l'Ecole de Chimie, il avait toutefois la réputation d'être d'un abord assez froid et réservé. Barger⁷ décrit d'une façon amusante l'attitude très «rue des Granges» de Pictet, lorsqu'il se trouvait en présence d'un importun: pour commencer, sécheresse et froideur; si son interlocuteur insistait, remarque d'une ironie cinglante.

Pictet gérait avec beaucoup d'économie ses crédits de laboratoire; il était moins parcimonieux en ce qui concerne sa fortune personnelle qui n'était pas insignifiante. J'ai appris la discrétion avec laquelle il aidait ses étudiants qui, par suite de circonstances diverses, se trouvaient dans une situation financière difficile. Lorsque son maître Graebe, ruiné par l'inflation allemande, fut réduit à la misère, Pictet fit preuve, m'a-t-on dit, d'une grande générosité.

A tous ceux qui l'ont connu à l'Ecole de Chimie, Amé Pictet laisse un souvenir qu'on peut exprimer par un mot qu'on trouve parfois dans son autobiographie: c'était un grand «Monsieur».

IV. KURT H. MEYER

a) Biographie et œuvre scientifique

J'ai entendu dire que la succession de Pictet fut offerte à F. Ullmann qui, comme je l'ai indiqué plus haut, travaillait comme «hôte» à l'Ecole de Chimie. Il refusa, mais accepta de faire le travail de prospection dont s'était chargé E. Ador pour la succession de Marignac. Il proposa K. H.



Kurt Hans-Otto Meyer (1883-1952)

Meyer qui, après diverses péripéties, fut appelé à la succession d'Amé Pictet.

Kurt Hans Otto Meyer, né le 29 septembre 1883 à Dorpat (Esthonie), était le fils d'un pharmacologue célèbre, Hans Horst Meyer, qui fut l'un des premiers à reconnaître l'importance, pour l'action pharmacologique, de la répartition entre phase aqueuse et phase lipidique. En même temps qu'Overton, il proposa une théorie de la narcose basée sur la liposolubilité des narcotiques. C'est à l'influence de son père qu'il faut attribuer l'intérêt que suscitèrent toujours chez K. H. Meyer les questions biologiques les plus variées. H. H. Meyer fut professeur à Marburg et c'est dans cette ville que K. H. Meyer commença ses études universitaires. Après un stage à University College à Londres, il effectua à Leipzig, sous la direction de Hantsch, son travail de thèse de doctorat (1907) dont le titre est « Untersuchungen über Halochromie ». Hantsch fut l'un des premiers à effectuer systématiquement en chimie organique des mesures physico-chimiques et, à ce titre, exerça une grande influence sur son élève. Ce dernier fit ensuite le stage obligatoire dans la Mecque de la chimie allemande, à Munich, dans le laboratoire de Baeyer où il entreprit des études de l'équilibre céto-énolique de l'ester acétyl-acétique. En 1911, il devint privat-docent et fut ensuite chargé d'un cours d'introduction à la Chimie physique. Après la guerre, on le retrouve à Munich où le successeur de Baeyer, R. Willstätter, le fit nommer professeur extraordinaire. Il y reprit ses recherches, devenues classiques, sur la tautométrie. On lui doit la méthode de dosage par le brome de la forme énolique ; il étudia ainsi la composition des mélanges céto-énol de diverses substances, en fonction de plusieurs paramètres. Il put même séparer les deux formes de l'ester acétyl-acétique par distillation fractionnée dans des récipients de quartz. En 1921, il quitta l'Université pour entrer, en qualité de directeur scientifique, à la Badische Anilin- und Soda-Fabrik à Ludwigshafen. Ses préoccupations industrielles ne l'empêchèrent pas de faire des recherches d'intérêt scientifique général. Etudiant les mécanismes de la teinture, il montra que des fibres protéiques telles que la laine fixent par gramme le même nombre d'équivalents d'acide minéral et aussi de colorant acide : la teinture est donc due ici principalement à des liaisons ioniques. Par contre, une substance colorée pratiquement neutre comme la p-nitraniline forme des « solutions solides » avec la laine, la soie et aussi des soies artificielles dérivées de la cellulose, et on observe la constance du rapport des concentrations dans les phases liquide et solide. Son collaborateur H. Mark connaissait les méthodes alors toutes nouvelles d'emploi des rayons X pour la détermination de structures de substances organiques. La fibre de cellulose est composée de chaînes moléculaires (molécules caténiformes) plus ou moins parallèles qui, par endroits, ont un

arrangement régulier dans l'espace, ce qui donne lieu à la formation de diagrammes de diffraction de rayons X. L'interprétation de ces diagrammes permit d'établir une formule indiquant la structure et aussi la stéréochimie de la cellulose qui est formée de chaînes de glucose en liaison β -1,4. La structure de la soie naturelle fut aussi étudiée par ces méthodes roentgenographiques. A côté de ces belles recherches, Meyer ne négligeait pas les problèmes industriels et de nombreux brevets en sont la preuve. C'est en 1932 qu'il reçut l'appel de Genève à la succession de Pictet et, vu les événements politiques qui avaient lieu en Allemagne, il fut heureux de l'accepter. Un de ses collaborateurs de Ludwigshafen le suivit à Genève: Antoine van der Wyk (1902-1976), ancien étudiant de notre Ecole de Chimie, qui retrouva ainsi son Alma mater. Meyer, en grande partie en collaboration avec van der Wyk, continua à Genève à étudier les substances macro-moléculaires, en appliquant non seulement des procédés chimiques, mais aussi diverses méthodes physiques (roentgenographie, viscosimétrie, etc.).

La cellulose est un représentant naturel classique de ces substances hautement polymérisées dont certaines, obtenues par synthèse, ont acquis, sous forme de matières plastiques, une importance industrielle si considérable. Leur structure a donné lieu à l'une des controverses les plus célèbres de l'histoire de la chimie organique. Deux théories s'affrontaient. L'une supposait que de nombreuses molécules de poids faible (monomères) s'associent grâce à des attractions inter-moléculaires intenses. D'après l'autre représentation qui aujourd'hui est universellement adoptée, l'union entre monomères implique des liaisons covalentes du même type que celles entre les atomes de carbone voisins d'une chaîne de paraffine. Parmi les partisans les plus éminents de la deuxième théorie, figuraient H. Staudinger, futur prix Nobel, et K. H. Meyer. Le travail de ce dernier sur la cellulose est une contribution expérimentale très importante à l'appui de cette deuxième représentation.

Au cours des vingt années que Meyer passa à Genève, il continua ses recherches sur la cellulose; il les étendit à la chitine, polysaccharide azoté dont la structure ressemble beaucoup à celle de la cellulose, et à d'autres substances apparentées (héparine, acides chondroïtine-sulfurique et hyaluronique). Il étudia aussi le soufre élastique, le caoutchouc, la gutta-percha, le chlorure de poly-phosphonitrile. Meyer s'intéressait à toutes les propriétés des substances hautement polymérisées, non seulement à leur structure, mais aussi à leur comportement en solution, à leurs propriétés mécaniques, thermo-élastiques et électrolytiques. Durant les dernières années de sa carrière, il passa de la cellulose à l'amidon, autre polysaccharide formé de restes de glucose. On savait déjà que l'amidon est

un mélange d'«amylose» et d'«amylopectine». Par la méthode de la perméthylation, Meyer montra la structure non ramifiée de l'amylose qui ne contient que des liaisons α -1,4 entre restes de glucose et dont la chaîne possède une extrémité réductrice et une extrémité non réductrice; l'amylopectine par contre contient non seulement des liaisons α -1,4, mais aussi quelques liaisons α -1,6; elle représente donc une molécule ramifiée contenant une extrémité réductrice et plusieurs extrémités non réductrices.

C'est l'amylopectine seule qui forme l'empois d'amidon et Meyer l'expliqua par l'enchevêtrement intermoléculaire qui se produit entre rameaux extérieurs au-dessous de certaines températures. Le glycogène a la même structure ramifiée que l'amylopectine, mais sa molécule est encore plus touffue. Ces travaux sur l'amidon amenèrent Meyer à s'intéresser à une classe d'enzymes qui le dégradent par hydrolyse: les amylases. Il purifia et obtint même sous forme cristalline les amylases α de la salive et du pancréas et l'amylase β du malt. Les premières (endoamylases) rompent en principe toute liaison α -1,4, alors que la deuxième (exoamylase) ne s'attaque qu'aux extrémités non réductrices en libérant successivement des molécules de maltose. Des «anomalies de structure» telles que des liaisons α -1,6 bloquent l'action de l'amylase β , et, dans le cas de l'amylopectine et du glycogène, il se forme des «dextrines limites» dégradables en partie par les amylases α . On distinguait déjà auparavant des amylases «saccharogènes» qui dès le début de leur action libèrent des sucres réducteurs de faible poids moléculaire et des amylases «dextrinogènes», mais c'est Meyer qui précisa leur mécanisme d'action. Ayant établi ce mécanisme, Meyer put utiliser les amylases pour étudier la structure des diverses espèces d'amidon. Ces travaux sur les enzymes comptent parmi les plus beaux de Meyer.

Les questions biologiques ne cessèrent de le passionner. Une série de déterminations de coefficients de partage eau-graisse avaient pour but de donner de meilleures bases expérimentales aux théories pharmacologiques de son père. Par des modèles expérimentaux, il chercha à expliquer la perméabilité ionique des membranes. Il montra que l'organe électrique de la torpille se compose de couches alternativement acides et basiques, ce qui lui permit de proposer une théorie de son fonctionnement.

Les travaux de chimie macromoléculaire de K. H. Meyer sont aujourd'hui classiques et il s'illustra encore par de très belles recherches biochimiques.

Meyer publia en 1930 avec H. Mark la première monographie existant à l'époque sur «la Chimie macromoléculaire». Plusieurs éditions de cet ouvrage se succédèrent et il fut traduit en diverses langues.

K. H. Meyer mourut à Menton le 14 avril 1952. Une prompt intervention chirurgicale aurait pu le sauver, mais il fut difficile, durant les fêtes de Pâques, de trouver un médecin et lorsque celui-ci arriva, il était trop tard.

B) Collègues et collaborateurs

A Genève, le principal collaborateur de Meyer fut Antoine J. A. van der Wyk¹⁰ (1902-1976) dont il a été question plus haut. Né à Amsterdam de parents hollandais, il effectua des études universitaires à notre Ecole de Chimie. Porteur, dès 1926, du diplôme d'ingénieur-chimiste, il fit son travail de thèse sous la direction d'Emile Briner, professeur de chimie physique. Il fut engagé en 1929 comme directeur de recherches de la Glanzstoff-Courtauds à Cologne, puis il travailla à Berlin-Dahlem, au Max Planck Institut für Faserstoff-Chemie avec les professeurs R. Herzog et O. Krattky, et enfin à Ludwigshafen avec K. H. Meyer qu'il suivit ensuite à Genève. Meyer et van der Wyk formaient une équipe idéale, car ils se complétaient admirablement; le second dont les connaissances mathématiques et l'esprit critique étaient très développés, tempérerait l'enthousiasme de son chef en lui indiquant lesquelles de ses idées paraissaient plausibles. Van der Wyk effectua indépendamment des travaux sur les hauts polymères. En 1953, il devint professeur associé, et en 1959 professeur extraordinaire de chimie des colloïdes et de thermodynamique chimique. Nous conservons de lui le souvenir d'un chercheur original et non conformiste.

Ajoutons que dès 1939 E. Cherbuliez, professeur de chimie pharmaceutique, donna en outre un enseignement officiel de chimie organique spéciale.

Parmi les « hôtes », F. Ullmann et A. Bischler continuèrent à travailler à l'Ecole de Chimie jusqu'à leur mort.

c) Personnalité de K. H. Meyer

Lorsqu'on considère toute la carrière de K. H. Meyer, on est frappé par la diversité de ses intérêts scientifiques. Jusqu'à sa mort, à l'âge de 68 ans, on ne constate aucun signe d'affaiblissement intellectuel, bien au contraire, ce qui est exceptionnel chez un scientifique. Meyer était avant tout un chercheur; il donna consciencieusement ses cours qui étaient clairs et bien construits, mais qui, je crois, représentaient pour lui plutôt une corvée. Durant ses premières années de professorat à Genève, je fus son assistant de cours (l'enseignement comportait de très nombreuses

expériences) et aussi son maître de français: Meyer me disait qu'il espérait finir par parler un meilleur français que son grand prédécesseur Graebe et je crois qu'il y parvint. C'est surtout son cours de chimie minérale, au semestre d'hiver, qui était réellement moderne, alors qu'au semestre d'été le cours de chimie organique était plus classique. L'école anglo-saxonne avait déjà enrichi la chimie organique par l'introduction des mécanismes réactionnels électroniques qu'aujourd'hui on enseigne même au gymnase, mais Meyer, sans doute faute de temps, n'en tenait pas compte.

J'ai toujours été frappé par ses intuitions, parfois géniales. Il n'était pas bon mathématicien, mais savait discerner les questions qui se prêtaient à des calculs intéressants. Pour ces raisons, sa collaboration avec van der Wyk fut extrêmement fructueuse.

Son passé de grand chef d'industrie avait appris à K. H. Meyer l'art de manier les hommes. Très grand travailleur lui-même, il exigeait beaucoup d'efforts de ses collaborateurs et il l'obtenait, non par des méthodes autoritaires, mais en faisant preuve de psychologie et en sachant convaincre. Vers 1950, il me disait d'ailleurs qu'il n'était plus le directeur scientifique du laboratoire, mais qu'il faisait simplement partie d'un comité dans lequel siégeaient ses principaux collaborateurs.

Lorsqu'il m'engagea comme assistant, peu après son arrivée à Genève, il me tint ce langage: « En dehors de vos obligations d'assistant, il vous faut faire des travaux de recherches. Vous pouvez, si vous le voulez, travailler avec moi; mais si vous désirez faire une carrière universitaire, je vous conseille de montrer ce que vous êtes capable de faire par vos propres moyens. » Rares sont les professeurs qui font preuve d'autant de compréhension et de désintéressement. Quoique n'étant pas son collaborateur, j'ai eu avec lui de très nombreux entretiens. J'admire l'étendue de sa culture scientifique et je me souviens de certaines affirmations prophétiques: « La chimie organique et la chimie en général ne progresseront que par une union de plus en plus étroite avec la physique. Vous êtes assez jeune pour assister peut-être à la réalisation du rêve de tout bon organicien: pouvoir prévoir et expliquer par le calcul ce qui aujourd'hui n'est qu'observation empirique ». Il insistait également sur le fait que les sciences biologiques ne pouvaient progresser qu'en utilisant systématiquement les sciences exactes.

K. H. Meyer fut en somme le premier en Suisse à pratiquer ce qu'on appelle la « physical organic Chemistry » et il eut, tout au moins au début, à subir bien des avanies. J'ai entendu d'autres professeurs me demander: « Que fait donc votre patron? Est-ce de la chimie organique ou de la chimie physique? On n'y comprend rien. » Ou encore: « Voilà ce qu'est devenue à Genève la chimie organique! ». Meyer venait de déterminer la

différence de structure entre l'amylose et l'amylopectine et au cours d'une réunion de la Société suisse de Chimie, un de ses éminents collègues zurichois, prix Nobel, lui dit en ma présence: « Vous faites enfin de la chimie organique, ou plus exactement ce qu'on pourrait à la rigueur qualifier ainsi. » Kurt Meyer était tout simplement un précurseur, et le plus bel hommage qu'on puisse lui rendre est de constater que ses conceptions sont considérées aujourd'hui comme banales.

Addendum

Je me dispenserai de donner la liste des nombreuses distinctions, officielles ou non, conférées aux trois grands professeurs dont la carrière a été retracée. En effet, ce ne sont pas toujours ceux qui, de leur vivant, ont bénéficié des honneurs les plus nombreux que la postérité, avec le recul nécessaire, considère comme les plus éminents.

V. LE DÉVELOPPEMENT ULTÉRIEUR DE LA CHIMIE ORGANIQUE

Le décès de K. H. Meyer coïncide avec le début d'une révolution de la chimie organique dont les conséquences ne furent ressenties, à vrai dire, que tardivement à Genève. Dès 1950, la chimie organique mondiale fut littéralement transformée par l'introduction de méthodes instrumentales. Les diverses techniques chromatographiques permettent de détecter et de doser des quantités de substances très faibles dans des mélanges complexes. Aux méthodes roentgenographiques se sont ajoutées les techniques spectrométriques (spectrométrie dans l'infra-rouge et l'ultra-violet, de résonance magnétique nucléaire et de spin électronique, spectrométrie de masse) et des méthodes optiques (dispersion rotatoire et dichroïsme circulaire). Elles permettent, en utilisant des quantités faibles de produit, de déterminer en quelques semaines des structures compliquées, alors qu'autrefois il aurait fallu des années. Un chimiste étranger, spécialiste très distingué de la chimie des matières naturelles, me disait récemment que l'isolement de nouveaux produits et la détermination de leur structure sont devenus des travaux de routine de chimie « poussé-bouton »; il ne voyait que dans la synthèse le domaine où l'organicien de substances naturelles puisse encore faire preuve d'originalité et d'imagination. Une synthèse organique n'a plus aujourd'hui la même signification qu'à l'époque de Graebe et de Pictet où il s'agissait de continuer l'œuvre de Wöhler et de Berthelot et de combattre la croyance à la « force vitale ».

Ce qu'on demande aujourd'hui au synthéticien, c'est moins de confirmer une structure que les méthodes instrumentales permettent d'établir en grande partie d'une manière rigoureuse, que de rendre plus accessibles des substances d'intérêt biologique présentes dans la nature à l'état de traces.

D'autre part, comme le prévoyait K. H. Meyer, on assiste à un début de fusion entre la chimie et la physique. En chimie organique, les mécanismes de réaction qui étaient expliqués par des considérations électroniques qualitatives, sont traités aujourd'hui par les méthodes de la mécanique quantique. S'il est théoriquement possible de « tout mettre en équation », il subsiste, malgré la mise en service d'ordinateurs de plus en plus perfectionnés, des difficultés mathématiques insurmontables qui nécessitent des approximations. Quoiqu'il en soit, c'est une profonde satisfaction intellectuelle que de savoir, qu'en principe, on pourrait expliquer *ab initio* ce qui autrefois n'était qu'observation empirique.

VI. CHIMIE BIOLOGIQUE (BIOCHIMIE)

a) Historique

Déjà du temps de Marignac, il existait un enseignement de « Chimie biologique » à Genève; il était donné par Denys Monnier, à côté de la chimie pharmaceutique, dans le cadre de cours et de travaux pratiques pour les étudiants en pharmacie. Cet enseignement fut continué par Monnier dans l'Ecole de Chimie du boulevard des Philosophes. Pictet lui succéda, comme nous l'avons vu, en 1898; d'après ses « Souvenirs », il n'enseigna la chimie biologique que durant trois années, à raison de deux heures par semaine, au semestre d'été; le nom de son remplaçant n'est pas indiqué. Après le départ de Graebe, la chimie pharmaceutique, comportant une heure d'urologie, fut enseignée jusqu'en 1925 par L. Chavanne (1865-1943). Dès 1900, Louis Duparc fut titulaire de la chaire de minéralogie et de celle de chimie analytique; je me rappelle qu'en cette qualité, il enseignait l'« analyse biologique ». Cette « chimie biologique », puis l'« analyse biologique » étaient destinées essentiellement aux étudiants en pharmacie; il s'agissait sans doute de ce qu'on nomme parfois aujourd'hui « analyse médicale », c'est-à-dire de dosages dans le sang, dans l'urine et d'autres produits d'excrétion.

Qu'est-ce que la véritable chimie biologique? On l'a toujours considérée comme l'étude des phénomènes chimiques en relation avec la

matière vivante, mais les conceptions ont beaucoup varié avec le temps et nous les examinerons plus loin en détail.

Rappelons d'abord que les « substances organiques » ont reçu ce nom parce qu'elles existent dans les organes ou les organismes. Plus tard, en raison de la présence très fréquente de carbone dans ces substances, la chimie organique a été définie comme celle des dérivés de cet élément.

Les organiciens ont toujours été fascinés par la facilité et la rapidité avec lesquelles les cellules vivantes effectuent des synthèses et des dégradations chimiques compliquées dans des conditions extrêmement douces, et certains savants éminents ont émis des hypothèses, ceci d'autant plus facilement qu'elles étaient incontrôlables à l'époque. Baeyer par exemple supposa que la photosynthèse, dont les produits terminaux sont essentiellement des sucres, comporte comme premier intermédiaire l'hydrate de carbone le plus simple CH_2O , c'est-à-dire le formaldéhyde. Cette hypothèse fut considérée trop hâtivement comme confirmée, lorsque E. Fischer isola du fructose racémique à partir des produits de polymérisation alcaline du formaldéhyde. Nous examinerons maintenant plus en détail une autre hypothèse émise à Genève.

Dans ses « Souvenirs », Pictet raconte que, lors d'une discussion avec son assistant Rotschy, il eut une idée qu'il qualifie d'illumination, au sujet de la genèse des alcaloïdes. Disons, pour la résumer, que ces bases végétales seraient, non comme certains le croyaient à l'époque, des produits intermédiaires de synthèse, mais des produits de déchets azotés que la plante ne peut excréter, alors que les animaux les éliminent sous forme d'urée et d'acide urique entre autres. Il imagina divers modes de formations des hétérocycles d'alcaloïdes à partir d'acides aminés. L'indol et la pyrrolidine sont déjà contenus dans le tryptophane et la proline. Pour expliquer la formation d'autres hétérocycles, Pictet supposait, entre autres, un élargissement des cycles précédents, lorsqu'ils contiennent par exemple un groupe méthyle comme chaîne latérale et il crut le confirmer dans certains cas en opérant à vrai dire dans des conditions fort peu biologiques, c'est-à-dire par pyrogénéation. Il admettait aussi des condensations de dérivés de la phényléthylamine avec des aldéhydes, entre autres avec le formaldéhyde qu'il considérait aussi comme un agent méthylant auquel est due la présence fréquente de groupes méthylés. Pictet hydrolysa la caséine par l'acide chlorhydrique concentré à 100 %, en présence d'une source de formaldéhyde, le méthylale, et il indiqua avoir obtenu de très petites quantités de dérivés de la pyridine et de l'isoquinoléine.

En 1915, en qualité de président annuel de la 97^e session de la Société helvétique des Sciences naturelles, Pictet prononça un discours d'ouver-

ture sur «La structure moléculaire et la vie». Il rappela la présence de cycles dans les alcaloïdes et généralisant son hypothèse que ces substances représentent des produits de déchets azotés, il supposa que les produits actifs du métabolisme qui effectuent la synthèse de la matière vivante sont acycliques, alors que les produits d'élimination sont cycliques. Il attribua ainsi à la cellulose, substance inerte, et aux matières protéiques «mortes» une structure cyclique. A cette époque, il est vrai que la constitution exacte de ces substances était encore inconnue. Ces représentations suscitèrent un grand intérêt, bien que Pictet les qualifie dans ses «Souvenirs» de «boutade destinée à fournir à son auditoire quelques minutes de satisfaction pseudo-scientifique».

On a étudié la biosynthèse des alcaloïdes par des méthodes modernes utilisant des précurseurs marqués. Le squelette de l'indol provient bien du tryptophane, par contre celui de la pyrrolidine se forme par une voie indépendante de la biosynthèse de la proline. Dans certains cas, le système de l'isoquinoléine prend naissance conformément grosso modo aux vues de Pictet; dans d'autres cas, la biosynthèse se fait d'une tout autre manière. Les proto-alcaloïdes ne sont pas toujours les précurseurs supposés. Le rôle physiologique des alcaloïdes dans la plante est encore discuté, mais ces bases ne sont pas des «déchets» inertes; par exemple les alcaloïdes du tabac s'interconvertissent ou se transforment en d'autres produits azotés¹¹ avec établissement d'un équilibre dynamique. La strychnine et la brucine se trouvent essentiellement dans les graines et il serait étrange qu'il s'agisse de produits de déchets. Disons que Pictet n'a eu que partiellement raison, ce qui est néanmoins un hommage à sa perspicacité.

Je viens d'exposer assez longuement ces théories de Pictet, non seulement parce qu'elles ont été énoncées à Genève, à l'Ecole de Chimie, mais aussi en raison de leur intérêt à la fois historique et psychologique: elles montrent comment des organiciens de l'époque abordaient la biochimie. En allemand, on nomme ceci familièrement «Papierbiochemie».

En Europe continentale, en particulier en Suisse, la biochimie a été représentée durant bien des décennies exclusivement dans les facultés de médecine sous le nom, par exemple, de chimie physiologique. Cette dernière utilisait des techniques rudimentaires et peu précises, ce qui explique la condescendance, voire le mépris, dont elle était l'objet de la part des chimistes purs: «Tierchemie ist Schmierchemie», disait-on outre-Rhin. Il s'agissait d'ailleurs d'aspects très partiels de la biochimie humaine susceptibles d'intéresser les futurs cliniciens. En réalité, pour le biochimiste contemporain, un organisme monocellulaire tel que E. Coli

présente, en raison précisément de sa simplicité, parfois plus d'intérêt qu'un mammifère supérieur tel que l'Homme.

Revenons à notre Ecole de Chimie. Dans le laboratoire de K. H. Meyer, dont les belles contributions à la biochimie ont été exposées plus haut, le professeur E. Cherbuliez donna, dès 1946, un cours d'une heure hebdomadaire par semestre sur des chapitres spéciaux de la chimie biologique. En 1952, on procéda à une réorganisation de l'enseignement de la chimie à la Faculté des Sciences et l'on comprit qu'il était temps de créer, à l'Ecole de Chimie, une chaire ordinaire indépendante de la chimie biologique (trois heures de cours durant toute l'année), comportant également un enseignement spécial de chimie organique (une heure de cours durant toute l'année). Le titulaire en fut T. Posternak qui accepta l'appel qui lui fut adressé, ce qui permit au Conseil d'Etat de créer cette nouvelle chaire par arrêté du 4 novembre 1952.

b) La biochimie moderne

La biochimie ne se développa que lorsqu'on expérimenta directement, au moyen de méthodes adéquates, sur la matière vivante ou peu auparavant vivante. Les techniques chromatographiques et d'autres telles que la radioimmunologie ont rendu des services inappréciables en permettant de compléter ce que Jacques Monod appelait l'inventaire, c'est-à-dire la liste des composants de la matière vivante. Certains d'entre eux sont encore inconnus, mais ils ne peuvent être présents qu'en quantités infimes, les composants plus abondants étant déjà identifiés. Aujourd'hui cet aspect que E. Baldwin¹², dans un ouvrage qui eut son heure de succès, a qualifié de « Biochimie statique », est considéré comme une partie de la chimie organique, celle des substances naturelles, bien que des confusions se produisent encore continuellement. Par exemple, celui qui, au moyen de tests biologiques, isole une nouvelle hormone, en détermine la structure et en effectue la synthèse fait œuvre d'organicien et non de biochimiste. La biochimie contemporaine (« Biochimie dynamique » selon Baldwin) a pour objet l'étude des transformations chimiques inhérentes aux phénomènes de la vie et on ne saurait trop souligner ici l'importance des techniques isotopiques pour des recherches de cette nature, car elles permettent de suivre les aventures dans la matière vivante de substances « marquées ». Les transformations mentionnées sont liées à des dégagements ou à des absorptions d'énergie que la cellule vivante règle en multipliant les stades réactionnels intermédiaires, parfois en élaborant des « cycles », c'est-à-dire des suites de réactions, à la fin desquelles le produit de départ est régénéré avec formation ou élimination intermédiaire de composés divers. Toutes les investigations

modernes conduisent à la conclusion que les principes fondamentaux de la physique et de la chimie sont valables, aussi bien dans la matière vivante, qu'in vitro dans n'importe quel système chimique.

Dans le monde civilisé, la biochimie se développa à partir de 1950 à une vitesse extraordinaire, pour des raisons analogues à celles du développement de la chimie organique. De la précision des techniques biochimiques résulta, comme on devait s'y attendre, un accroissement de la clarté et de la rigueur de pensée des biochimistes purs. Des inconvénients imprévus apparaissent toutefois. Les sciences biologiques et médicales furent littéralement envahies par la biochimie, ce dont en principe on ne peut que se féliciter. Ceux qui utilisent parfois à tort et à travers les techniques biochimiques ont-ils les connaissances nécessaires? Ils sont hélas souvent incapables de donner une définition correcte du pH ou de l'entropie. Aux Etats-Unis, le problème a été résolu par la création de grands départements où sont rassemblés tous ceux qui, à des titres divers, s'intéressent à la biochimie ou encore par le système d'équipes indépendantes groupant des chercheurs de formations diverses qui collaborent harmonieusement. Ce système n'a jamais fonctionné de manière satisfaisante à Genève où l'individualisme est si souvent considéré comme une qualité majeure. J'ai connu des collègues médecins s'occupant de biochimie qui, après un stage aux Etats-Unis, revenaient en clamant: «Il faut absolument introduire chez nous le team spirit américain», et deux ou trois ans plus tard, ils étaient retombés dans l'ornière. Les progrès des techniques biochimiques, leur simplification et la commercialisation d'assortiments («kits») de réactifs font que le dosage dans les tissus d'enzymes et d'autres substances d'intérêt biologique peut être confié à des laborantines. Ceci permet aux nombreux Trissotins de la biologie et de la médecine d'accumuler des données d'un intérêt très discutable et d'encombrer la littérature.

A mon avis, nous sommes en pleine crise, et la question suivante se pose: quel genre de biochimie doit être enseigné dans notre Ecole de Chimie? Commençons par quelques considérations générales. Je pense que les enseignants de chimie biologique doivent avoir bénéficié d'une formation chimique complète et qu'on devrait exclure les représentants de certaines disciplines hybrides. Ces derniers, à de rares exceptions près, n'ont pas, à mon avis, les connaissances de sciences exactes indispensables, ni, par conséquent, la rigueur de pensée nécessaire. Le Département de biochimie fait actuellement partie de la Section de chimie; j'ai sous les yeux la liste de ses programmes de recherche de 1978 et certains sont de même nature que des programmes de sciences biologiques et médicales!

Il existe ce qu'on nomme une biochimie exacte et fondamentale, reposant sur les sciences exactes, qui bénéficie en particulier de toutes les acquisitions théoriques et pratiques de la chimie. Considérons par exemple l'enzymologie. D'innombrables ferments ont été isolés et on ne peut étudier valablement le mécanisme de leur action que par application de la chimie moderne des protéines, en utilisant toutes nos connaissances sur les mécanismes réactionnels.

Il y a quelques années, la Société suisse de Chimie reconnaissait que la biochimie est devenue une discipline chimique rigoureuse et en recommandait l'introduction dans les plans d'études des diplômes de chimie. Il s'agit évidemment de la biochimie exacte et fondamentale que j'ai essayé de définir. C'est elle seule, à mon avis, qui doit être enseignée dans une Section de chimie.

VII. CONCLUSION

Etant, je crois, le plus âgé des rédacteurs de cette brochure, je voudrais exprimer ce que j'éprouve en pensant à la vieille Ecole de Chimie. Ce bâtiment qui, en 1879, était le plus moderne d'Europe, avait fini par être à la limite inférieure des normes élémentaires d'hygiène et de sécurité; mais il avait une âme. En raison de ses dimensions raisonnables et du nombre relativement petit d'enseignants, tout le monde se connaissait bien. La chimie n'était pas encore victime de la spécialisation qui fait que deux organiciens, travaillant dans des domaines différents, ont actuellement de la peine à se comprendre. Lors de toutes les soutenances de thèses ou des séances de la Société chimique de Genève, tout le corps enseignant était présent et chacun participait à la discussion. Les gens de ma génération se souviennent du rôle joué autrefois par la Société de Physique et d'Histoire naturelle, dont les séances avaient lieu au rez-de-chaussée de l'Athénée, dans un beau local garni de meubles de style, sous le regard d'Horace-Bénédict de Saussure. A cette époque, la culture scientifique générale existait encore et je me souviens de discussions entre physiciens, biologistes et chimistes sur des sujets d'intérêt général tels que la catalyse, la nature des ferments, etc.

Le nouveau bâtiment qui s'étend au bord de l'Arve est infiniment mieux équipé que la vieille Ecole, mais il est si grand et les enseignants y sont si nombreux qu'ils se connaissent mal. Ses couloirs interminables me rappellent ceux du nouvel Hôpital cantonal qu'hélas je connais bien, et ressemblent aussi, m'a-t-on assuré, à ceux de Champ-Dollon dont, par contre, je n'ai aucune expérience. On a dit qu'une des manifestations de la

vieillesse est l'incapacité de s'adapter aux conditions actuelles et les paroles un peu amères de cette conclusion ne sont peut-être que nostalgie d'un « senex laudator temporis acti ».

Bibliographie

1. P. Duden et H. Decker, Ber., 61 A, 9 (1928).
2. A. Pictet, Souvenirs et travaux d'un chimiste. Editions de la Baconnière, Neuchâtel 1941.
3. R. Willstätter, Aus meinem Leben, p. 110, Verlag Chemie, Weinheim 1949.
4. A. Pictet, Arch. Sc. Phys. et Nat. (Genève) 5^e période, vol. 2, 449 (1920).
5. R. Willstätter, ibid. 3., p. 115.
6. P. Verkade, Bull. Soc. Chim. France, 1966, 1807.
7. G. Barger, J. Chem. Soc., 1938, 1113.
8. E. Späth et H. Bretschneider, Ber., 61, 327 (1928).
9. E. Späth et E. Zajic, Ber., 69, 2448 (1936).
10. T. Posternak, C. R. Séances SPHN, Genève, 12, 7 (1977).
11. T. C. Tso et R. N. Jeffrey, Arch. Biochem. Biophys., 80, 46 (1959).
12. E. Baldwin, Dynamic Biochemistry, University Press, Cambridge 1952.

AU BORD DE L' ARVE

D'UNE ÉCOLE DE CHIMIE CENTENAIRE... À SCIENCES II

«J'aime celui qui convoite l'impossible» (Goethe)

Louis DEVAUD

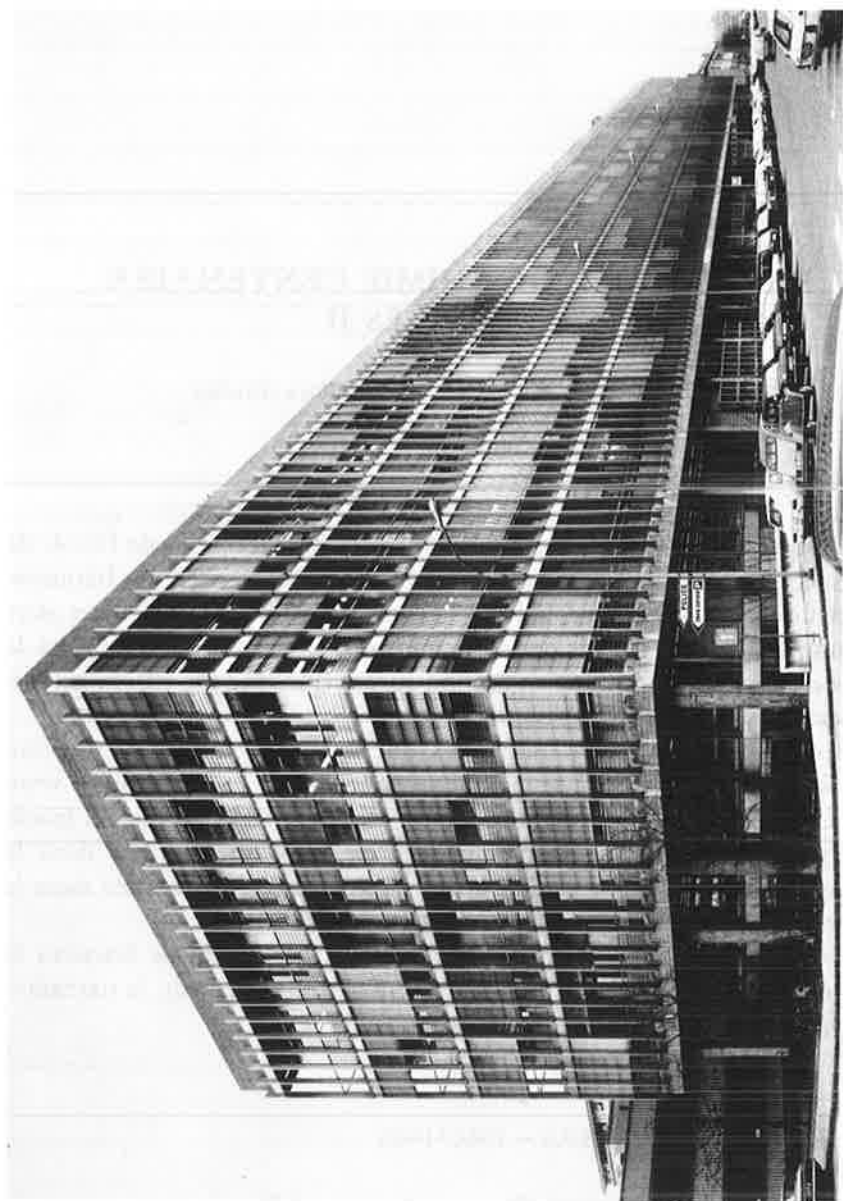
Lorsqu'en 1970 eut lieu le premier transfert des occupants de l'Ecole de Chimie, sise au boulevard des Philosophes, à Sciences II, bâtiment construit au bord de l'Arve, le long de l'actuel quai Ernest-Ansermet alors dénommé quai de l'Ecole-de-Médecine, tous ceux qui avaient suivi la longue préparation de cette opération surent que, dans la pierre même, s'inscrivait une profonde évolution.

Si de la description poétique des phénomènes chimiques on était depuis longtemps passé à leur analyse scientifique, le temps était venu d'inscrire cette mutation d'une manière tangible. D'une école on faisait une section; du charme discret d'un siècle finissant exprimé dans la molasse et la brique, on passait à une rigueur musclée, moulée dans le béton et l'aluminium éloxé.

Pour faire revivre les principales phases de la création de Sciences II, but unique de ces quelques lignes, un seul genre s'imposait, la narration historique.

LE TEMPS DES PIONNIERS – 1940/1965

Dès les années quarante, l'Université s'est souciée de faire éclater le carcan que lui imposait son confinement dans les bâtiments construits aux environs de 1880 aux Bastions, au boulevard des Philosophes, à la rue de l'Ecole-de-Médecine.



Sciences II

Le Recteur Eugène Bujard, lors de la séance du 16 février 1943, soumettait au Sénat son plan de développement de l'Université en ville, projet accepté et transmis à l'Etat comme constituant « *une vue d'ensemble très utile pour les modifications et agrandissements à apporter à l'Université durant les années à venir* ». Le plan prévoyait :

- 1 – le regroupement des « *Sciences dites morales et des services administratifs* » aux Bastions ;
- 2 – la reconstruction de « *l'Ecole de Médecine et des autres instituts de cette faculté dans le voisinage de l'Hôpital cantonal* » ;
- 3 – le rapprochement des « *instituts de la Faculté des Sciences tous sortis du bâtiment des Bastions, de ceux qui existent déjà au dehors. L'Ecole de Chimie serait reconstruite et se situerait près du nouvel institut de physique et aurait une bibliothèque commune avec cet institut* ».

Le feu de défrichage ainsi allumé allait s'étendre de proche en proche et embraser les dernières futaies en 1965, avec l'élaboration du livre blanc du Recteur Cl. Terrier « *L'Université en péril* », resté à usage interne de notre alma mater.

A propos du sujet qui nous occupe, la nécessité d'un *numerus clausus*, en chimie, était évoquée. Une telle mesure aurait déjà dû être appliquée, précisait-on, si « *à l'Ecole de chimie 156 postes de travail normalement réservés à 156 étudiants, n'étaient occupés par 280 élèves essayant de se tirer d'embarras comme ils peuvent... si quelques professeurs ne répétaient pas une ou deux fois le même cours et si l'horaire d'enseignement ne débordait pas sur les heures du soir* ».

Dans le même temps, l'Université adressait au Conseil d'Etat un « *Mémoire concernant l'enseignement de la chimie et la construction d'un nouveau bâtiment pour la chimie, la pharmacie et la biologie moléculaire* ».

On voulait en fait battre en brèche les « *propositions de certains commissaires de réduire l'enseignement à un degré propédeutique, c'est-à-dire de supprimer les cours avancés, ainsi que toute recherche...* ». Pratiquer une telle politique, concluait-on, c'était aboutir à des économies malgré tout modestes, « *la construction d'un nouveau bâtiment demeurant inéluctable* ».

Ainsi s'achevait la période d'approche, venait l'aube des réalisations.

LE TEMPS DES SEMAILLES – 1960/1970

Comme au temps où la forêt cédait peu à peu la place à la prairie et où celle-ci décevait souvent l'espérance mise en elle par le semeur, ainsi en a-t-il été des premières études de Sciences II.

Il y eut un concours en 1961. Le projet retenu fut complété en 1962 avant d'être mis sous forme d'un avant-projet en 1963. Dans cette dernière version de nouveaux utilisateurs apparaissaient, la biophysique, la biochimie génétique, les mathématiques, les statistiques mathématiques, la physique théorique. On était passé de 19 900 à 44 000 m² bruts, soit 230 000 m³, à bâtir.

Pour réaliser un tel ensemble sur un terrain relativement exigu, les architectes avaient jeté leur dévolu sur la construction d'une tour de quatorze étages.

Avant de se lancer dans une telle entreprise, le Conseil d'Etat décide de confier au Professeur Léopold Ruzika, prix Nobel, une expertise du programme. Ce dernier fut catégorique. Construire une telle tour pour une école de chimie serait une erreur qu'il fallait éviter, cette tour risquant à chaque instant de devenir un jour extrêmement dangereuse, susceptible d'être transformée en « *crématorium* »...

Il fallut dès lors dresser une nouvelle esquisse où l'on prévoyait 24 712 m², puis une autre encore plus modeste de 23 533 m².

Finalement en accord avec les futurs utilisateurs et en présence des conseillers d'Etat A. Chavanne et F. Peyrot, dans une séance tenue le 21 avril 1964, un programme de 23 782 m² fut délivré aux architectes qui reprirent leur travail sur cette nouvelle base.

En sept mois ils présentèrent dix études et la dernière, d'octobre 1964, fut retenue comme fondement des projets détaillés qu'il fallait désormais mettre au point. Il s'agissait de réaliser, en neuf étapes, 29 970 m² de surface, soit 122 765 m³. Disparaissaient du projet final les isotopes, les mathématiques, les statistiques mathématiques, la physique théorique et la biochimie génétique.

On atteignit ainsi novembre 1966, mois au cours duquel l'Université accepta le projet définitivement mis au point et le Grand Conseil, le 18 mars 1967, votait un crédit de fr. 21 220 000.— pour la réalisation des étapes 1 et 2 de Sciences II.

Le chantier était ouvert le 2 mai 1967... le grain pouvait lever.

LE TEMPS DES RÉCOLTES – 1970/1978

En chacun de nous sommeille les connaissances ancestrales des exigences de la nature qui veut que toute récolte soit précédée d'un dur labeur d'assainissement du sol, de protection des plants, de surveillance de la floraison.

Il en a été de même tout au long du temps consacré – dix ans – à la construction des cinq étapes de Sciences II et de leur occupation successive par les différents utilisateurs actuels des lieux.

Certaines modifications temporaires ou définitives du programme initial ont exigé de longues heures de délibération et d'étude. Des ajustements d'aménagements ou d'équipements sont venus corriger ou compléter les premières expériences.

En fin de compte, chacun a trouvé sa place et les bienfaits attendus d'une réalisation qui devait permettre la progression de la recherche, par la mise à disposition d'un outil de travail remarquable et la bonification de l'enseignement par la possibilité d'un encadrement normal des étudiants, n'ont pas tardé à se faire sentir.

Au cours des huit dernières années, Sciences II a été peu à peu occupé au fur et à mesure de la livraison de ces différentes étapes, selon le calendrier que nous résumons ci-après :

Etape 1 et 2 : occupation en septembre 1970 par les départements de :

- chimie analytique et minérale
- chimie organique
- biologie moléculaire
- pathologie (de la Faculté de médecine)

+ locaux administratifs, techniques et locaux communs.

Etape 3 : occupation en septembre 1972 par les départements de :

- chimie analytique et minérale
- biochimie
- chimie technique
- biologie moléculaire
(centre de microscopie électronique)

+ locaux techniques et locaux communs.

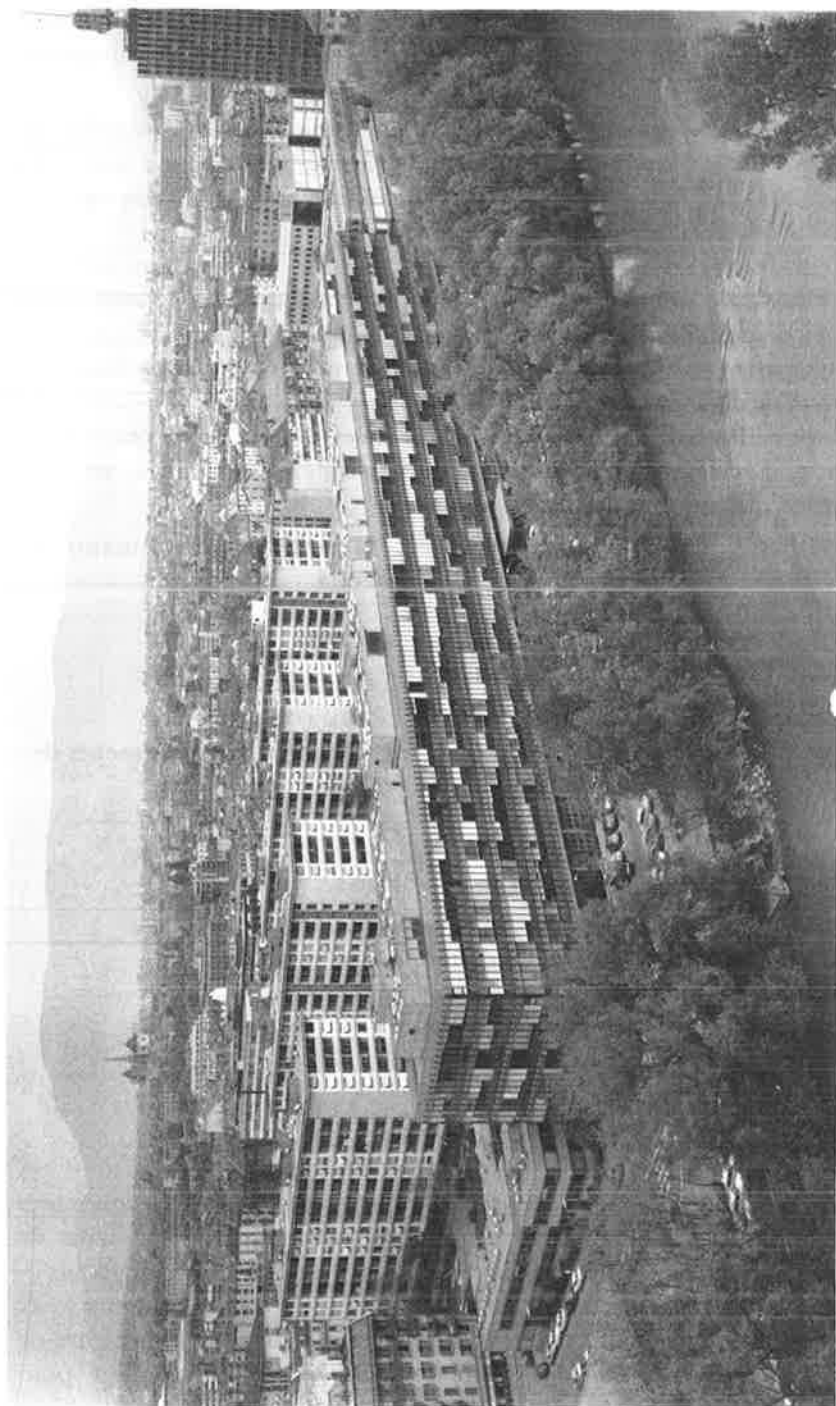
Etape 4 : occupation en décembre 1973 par :

- le département de chimie physique
- la section de pharmacie
- la bibliothèque

+ locaux techniques et locaux communs.

Etape 5 : occupation en septembre 1978

Dans ce bâtiment ont été regroupés les laboratoires d'enseignement propédeutique – huit laboratoires pouvant accueillir 320 étudiants de première année, en Sciences ou en Médecine; les salles de cours – cinq auditoriums respectivement de 300, 150, 100 et 50 places (deux fois); un magasin et un atelier central à disposition de tous les utilisateurs de Sciences II; une cafétéria de 160 places; des locaux de stockage pour l'Université en général.



Vue de Sciences II et de la ville de Genève

A l'heure actuelle Sciences II, fort de ces cinq étapes, abrite donc la section de chimie, la section de pharmacie, le département de biologie moléculaire et son centre de microscopie électronique, temporairement une partie du département de pathologie de la section de médecine fondamentale, selon la distribution suivante des surfaces:

<i>Locaux communs</i>	m ² nets
– salle de cours, de séminaires, ateliers et magasins, bibliothèque, cafeteria, locaux pour l'administration	4 136
<i>Section de chimie</i>	
– département de chimie organique	1 836
– département de chimie physique	1 354
– département de chimie analytique et minérale	2 821
– département de biochimie	1 370
<i>Section de pharmacie</i>	1 646
<i>Section de biologie</i>	
– département de biologie moléculaire	1 890
– centre de microscopie électronique	98
<i>Section de physique</i>	46
<i>Section de médecine fondamentale</i>	
– département de pathologie	368
Au total	15 565

Serait-il convenable de terminer ce bref rappel d'une épopée dont beaucoup connaissent les hauts faits d'arme et les traîtreuses embuscades, sans dire combien a été grand le sacrifice de la collectivité qui a permis la réalisation de Sciences II. Au fur et à mesure de l'avancement des études, puis des travaux, le Grand Conseil de Genève a voté la suite, impressionnante pour l'époque, de crédits pour la construction et l'équipement des différentes étapes que voici:

<i>Etapes</i>	<i>Projets de loi n°</i>	<i>Dates</i>	<i>Crédits accordés (en francs)</i>
1 et 2	3128	24.1.67	21 220 000.—
3	3471	16.1.70	15 620 000.—
4	3704	21.5.71	19 106 000.—
5	4186	15.5.74	25 865 000.—
Au total			81 811 000.—

L'Université tient à répondre à cette preuve tangible de générosité dont elle connaît tout le prix, par des prestations sans cesse améliorées mises au service de tous, par l'emploi judicieux et rationnel des équipements scientifiques dont elle peut disposer.

ENVOI

A tous ceux qui ont permis la réalisation de Sciences II et dont les noms, intentionnellement, n'ont pas été cités, tant ils auraient été nombreux: magistrats, recteurs, doyens, professeurs, administratifs, collaborateurs...

A la communauté genevoise et à la Confédération helvétique dont les efforts financiers ont été déterminants en cette entreprise...

A tous et à chacun...

Va la profonde gratitude de l'Université de Genève.

LA SECTION DE CHIMIE

LA SECTION DE CHIMIE EN 1979

Armand BUCHS – Georges OULEVEY

STRUCTURES DE LA SECTION

La section de chimie fait partie de la Faculté des sciences de l'Université de Genève qui comprend également les sections de mathématiques, de physique, des sciences de la terre, de biologie et de pharmacie, ainsi que le département d'astronomie qui est rattaché directement à la Faculté.

La section de chimie est composée des départements de biochimie, de chimie minérale, analytique et appliquée, de chimie organique et de chimie physique. En plus de ceux-ci, un service pour les besoins communs, directement rattaché à la section, comprend un laboratoire de chimie théorique appliquée, un service administratif avec une antenne comptable, une bibliothèque, un atelier central et un magasin pour l'achat et la vente des produits chimiques. Chacun des départements est sous la responsabilité d'un directeur qui est un professeur ; la section elle-même est dirigée par un président, assisté par un vice-président.

Depuis le 1er janvier 1974, date de l'entrée en vigueur de la nouvelle loi sur l'Université, c'est le Conseil de Section, renouvelé tous les deux ans qui, sur la proposition du Collège des professeurs, élit le Président et le Vice-président de la Section, ainsi que les directeurs des départements. Ce Conseil de Section est composé de dix-huit membres du corps professoral, de dix collaborateurs de l'enseignement et de la recherche (chargés de recherche, chefs de travaux, maîtres-assistants, assistants), de dix étudiants et de cinq membres du personnel administratif et technique.

Les études offertes par la Section de chimie peuvent conduire à la licence ès sciences chimiques, à la licence en biochimie, ainsi qu'aux diplômes de chimiste, de biochimiste ou d'ingénieur-chimiste. Leur durée est de six semestres pour les licences et de neuf semestres pour les diplômes. Après avoir obtenu l'un ou l'autre de ces diplômes, une majorité des étudiants poursuivent leur formation jusqu'à l'obtention du doctorat ès sciences mention chimique ou mention biochimique, ce qui nécessite en moyenne quatre à cinq ans d'études supplémentaires. La Section de chimie offre également aux porteurs des licences et diplômes susmentionnés, ainsi qu'aux pharmaciens diplômés, la possibilité d'obtenir après cinq mois d'études un certificat en chimie analytique de l'environnement.

Plans d'études

Les études de chimie ou de biochimie portent d'une manière générale sur toutes les branches fondamentales de la chimie ou de la biochimie et sur les deux disciplines indispensables pour leur compréhension que sont la physique et les mathématiques. L'enseignement comprend des cours théoriques et des travaux pratiques ; la part du temps d'études consacrée à ces derniers est importante. Les plans d'études des six premiers semestres sont identiques pour la licence en chimie et le diplôme de chimiste. Ce tronc commun de six semestres existe aussi pour la licence et le diplôme de biochimie. Enfin les plans d'études de la première année et, à peu de choses près celui de la deuxième année, sont identiques pour les études de chimie et de biochimie, ce qui permet à l'étudiant de décider de son orientation après avoir déjà acquis une certaine expérience. En quatrième année, l'étudiant peut choisir un grand nombre de cours à option. La liste de ces cours est revue chaque année et en 1979 par exemple, elle comprenait la chimie organique III A, la chimie organique III B, la biochimie, la chimie physique III, la chimie minérale II, la chimie analytique II, la chimie appliquée II, la biochimie industrielle, l'électrochimie, l'administration des entreprises, la législation industrielle, la cristallographie générale, le calcul numérique et la programmation, la spectrométrie de masse et la résonance magnétique nucléaire, ainsi que la radioprotection et la physicochimie nucléaire. Au point de vue des travaux pratiques l'étudiant effectue trois stages de huit semaines à raison de vingt heures par semaine dans les différents départements, ce qui lui permet d'avoir un premier contact avec la recherche.

Les cours, les travaux pratiques et les exercices exigés pour l'obtention de la licence ès sciences chimiques sont les mêmes que ceux des trois

premières années du diplôme de chimiste, dont le plan d'études est le suivant :

Plan d'études du diplôme de chimiste

	Cours (Heures par sem.)	Exercices Colloques (Heures par sem.)	Travaux pratiques Séminaires (Heures par semaine)
<i>1^{re} année</i>			
Mathématiques générales I	2	2	—
Physique générale I B	4	1	4
Chimie générale	6 hiver 4 été	1 hiver	12 hiver
Chimie physique I	3 été	1 été	—
Statistique pour chimistes	1	1	—
Chimie minérale	—	—	12 été
Eléments de biologie	2	—	—
<i>2^e année</i>			
Chimie minérale I	2	—	—
Chimie organique I	4	—	20 (8 sem. hiver) 20 été
Chimie physique I	3 hiver	1 hiver	20 (8 sem. hiver)
Introduction à la mécanique quantique	3 été	2 été	—
Dipôles électriques et magnétiques	1 hiver	—	—
Mathématiques générales II	2	2	—
Physique II (facultatif)	1	1	—
Eléments de biochimie	2	—	—
<i>3^e année</i>			
Chimie organique II	4	—	20 (4 sem. hiver)
chimie physique II	3	1	20 été
Chimie analytique I	2	1	—
Chimie minérale et organique appliquée I	2	—	—
Electrochimie I	1	—	—
Chimie analytique I et chimie minérale	—	—	20 (12 sem. hiver)

4^e année

Cours (exercices, colloques, séminaires)	12 heures (selon liste officielle)
Travaux pratiques	3 stages de 8 semaines à raison de 20 heures par semaine (selon liste officielle)

9^e semestre

Cours (exercices, colloques, séminaires)	6 heures (selon liste officielle)
Travail de diplôme	20 heures (selon liste officielle)

Plan d'études du diplôme d'ingénieur-chimiste

Cours	Exercices Colloques	Travaux pratiques Séminaires
(Heures par sem.)	(Heures par sem.)	(Heures par semaine)

4^e année

Chimie minérale et organique appliquée II	2	}	20 (8 sem. hiver)
Génie chimique I	2		8 été (EPFL)
Electrochimie II	1		8 été
Chimie analytique II	2	—	20 (8 sem. hiver)
Electronique	1	—	4 été
Législation industrielle	1	—	—
Administration des entreprises	1	—	—
Cours à option	3 heures (selon liste officielle)		

9^e semestre

Chimie appliquée III	2	}	1	—
Electrochimie appliquée	2		—	
Génie chimique II	1		—	
Cours à option	3 heures (selon liste officielle)			
Travail de diplôme	20 heures (selon liste officielle)			

De même, le plan d'études de la licence en biochimie est identique à celui des trois premières années du diplôme de biochimie qui est le suivant:

	Cours (Heures par sem.)	Exercices Colloques (Heures par sem.)	Travaux pratiques Séminaires (Heures par semaine)
<i>1^{re} année</i>			
Mathématiques générales I	2	2	—
Physique générale I B	4	1	4
Chimie générale	6 hiver	1 hiver	12 hiver
	4 été	—	—
Chimie physique I	3 été	1 été	—
Statistique pour chimistes	1	1	—
Chimie minérale	—	—	12 été
Éléments de biologie	2	—	—
<i>2^e année</i>			
Chimie minérale I	2	—	—
Chimie organique I	4	—	20 (8 sem. hiver) 20 (6 sem. été)
Chimie physique I	3 hiver	1 hiver	20 (8 sem. hiver)
Introduction à la mécanique quantique	3 été	—	—
Mathématiques générales II	2	2	—
Éléments de biochimie	2	— } — }	20 (4 sem. été)
Compléments de biochimie	1		
Chapitres choisis en biochimie cellulaire	1	—	—
<i>3^e année</i>			
Chimie organique II	2 hiver	—	—
	4 été	—	—
Chimie physique II	3	1	20 (1/2 été)
Chimie analytique I	2	—	20 (6 sem. hiver)
Biochimie	4	—	20 (4 sem. hiver) 20 (1/2 été)
Branches à choix en biologie	3	—	—
<i>4^e année</i>			
Biochimie	6	1	20 (15 sem. dont 9

Branches à choix (dont 6 h. au moins en biologie)	10	au moins au départ de biochimie)
--	----	-------------------------------------

9^e semestre

Travail de diplôme (Cours, exercices, colloques, séminaires)	8 demi-journées par semaine selon entente avec le Professeur responsable du travail de diplôme
--	--

Doctorats

La préparation d'un doctorat ès sciences mention chimique ou mention biochimique est réservée aux étudiants porteurs des diplômes de chimiste, d'ingénieur-chimiste ou de biochimiste et nécessite des études complémentaires comme par exemple la participation à des cours avancés ou de 3^e cycle, à des séminaires de recherche, etc. Le doctorat se prépare sous la conduite d'un directeur de thèse, en l'occurrence l'un des professeurs de la section de chimie. Les examens de doctorat comprennent une interrogation orale sur deux branches à choisir d'entente avec le directeur de thèse, un examen écrit et la soutenance de thèse.

LES ACTIVITÉS DE LA SECTION DE CHIMIE

L'activité du personnel enseignant de la section de chimie est évidemment essentiellement consacrée à l'enseignement et à la recherche, mais cela nécessite aussi toute une activité de gestion, d'administration, de recherche de moyens financiers, de participation aux divers conseils constitués qui devient de plus en plus envahissante.

L'enseignement

Pendant les années académiques s'étendant de 1973-1974 à 1978-1979, la section de chimie a délivré deux cent six licences ou diplômes, ce qui représente environ le quart de la totalité des licences et diplômes délivrés par la Faculté des Sciences. De plus, trente-quatre étudiants ont obtenu pendant cette période le certificat en chimie analytique de l'environnement.

Pendant la même période, cent neuf travaux menant au grade de docteur ès sciences mention chimique ou biochimique ont été achevés dans notre Section, ce qui représente plus du tiers de tous les doctorats délivrés par la Faculté des Sciences.

Depuis quelques années, la Section de chimie contribue aussi à la formation de laborants et de laboratines ; c'est ainsi que trente-quatre candidats ont déjà obtenu le certificat fédéral de capacité de laborant ou de laborantine en chimie type A.

En 1979, la Section de chimie dispense son enseignement théorique et pratique à cent neuf étudiants en chimie et biochimie. En plus de cela, soixante-deux étudiants poursuivent des études afin d'obtenir un doctorat et environ dix personnes préparent le certificat en chimie analytique de l'environnement.

De plus, la Section de chimie donne des cours et des travaux pratiques propédeutiques pour les étudiants d'autres sections de la Faculté des Sciences et de la Faculté de Médecine. Ainsi, en 1979 ces cours et travaux pratiques s'adressaient aux étudiants suivants : cent soixante-six en médecine, quarante-cinq en pharmacie, septante-deux en biologie et archéologie préhistorique et treize en sciences de la terre. Les biologistes continuent à suivre des cours et des travaux pratiques en deuxième et en troisième année. Parmi tous ces cours, celui traitant de la chimie de l'environnement est ouvert au public.

Il existe aussi un enseignement interuniversitaire romand de troisième cycle qui est organisé conjointement par les universités de Fribourg, Neuchâtel, Lausanne, Genève et l'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne. Ces universités mettent sur pied des cours de chimie d'intérêt général, pour lesquels elles font appel à des spécialistes suisses ou étrangers. Ces cours peuvent avoir lieu sous les formes les plus diverses, allant des séminaires qui rassemblent pour quelques jours les participants à l'extérieur de l'Université aux cours hebdomadaires et colloques classiques.

La recherche

Une part très importante de l'activité de la Section est consacrée à la recherche qui, comme on le sait bien, est indispensable non seulement pour la formation des chercheurs dont l'Université et l'industrie ont besoin, mais aussi pour maintenir un enseignement de haut niveau. Toute cette activité de recherche est décrite en détail dans les paragraphes consacrés à la présentation des quatre départements de la Section et du laboratoire de chimie théorique appliquée. Elle est financée par les crédits annuels provenant de l'Etat et aussi pour une part importante par des subsides de recherche personnels provenant du Fonds National Suisse pour la recherche scientifique. Cette année par exemple, la contribution du Fonds National s'élève à Fr.1 523 375.—, ce qui représente le 13 % du budget global de la Section.

En 1979, le budget total de la Section en provenance de l'Etat se monte à Fr. 10 180 181 .—. Les salaires pour les vingt-trois postes de professeurs et chargés de cours, les dix-sept postes de chefs de travaux, chargés de recherche et d'enseignement, les soixante-six postes d'assistants, ainsi que les soixante-quatre postes occupés par le personnel administratif et technique représentent 87,4 % du budget total. Cette masse salariale se répartit de la manière suivante :

	Fr.	%
Professeurs et chargés de cours	2 452 686	24,1
Chefs de travaux, chargés de recherche et d'enseignement	1 190 723	11,7
Assistants	2 544 280	25,0
Personnel administratif et technique	2 707 114	26,6
TOTAL	8 894 803	= 87,4

Cette masse salariale, à laquelle il faut ajouter les traitements payés par le Fonds National et par divers fonds privés, est répartie sur deux cent vingt-huit personnes, à savoir dix-huit professeurs, cent vingt-huit collaborateurs de l'enseignement et de la recherche et huitante-deux membres du personnel administratif et technique.

La part des crédits servant à couvrir les frais de fonctionnement est de Fr. 996 175.— dont Fr. 128 100 .— sont consacrés à la bibliothèque. Quand au crédit d'équipement, qui doit servir à remplacer l'équipement démodé ou hors d'usage, il n'est en 1979 que de Fr. 289 200.—, ce qui est évidemment loin d'être suffisant et ne permet pas un renouvellement normal pour un ensemble d'appareils dont la valeur d'achat est de l'ordre de Fr. 15.000.000 .—. Il est évident qu'un effort particulier doit rapidement être entrepris pour assainir cette situation, sinon on ne pourra pas, même avec l'aide du Fonds National, maintenir la compétitivité de nos moyens de recherche.

A ces sommes, il faut aussi ajouter celles que nous recevons de la Société Académique de Genève, ainsi que de diverses industries et nous profitons de cette occasion pour leur exprimer, ainsi qu'au Fonds National Suisse pour la recherche scientifique, notre profonde gratitude.

DÉPARTEMENT DE BIOCHIMIE

Ce département est composé de quatre professeurs, de dix-huit collaborateurs de l'enseignement et de la recherche, dont dix doctorants, et de seize collaborateurs administratifs et techniques. Ce personnel est réparti en quatre groupes de recherche dont les activités sont les suivantes :

Enzymes analytiques opérant sur des acides nucléiques

Professeur Jean-Pierre BARGETZI

Une nouvelle ribonucléase a été isolée dans ce laboratoire, ce qui a permis de développer une technique inédite pour l'analyse de routine des séquences de RNA. Cette ribonucléase est le seul enzyme connu capable de discriminer U et C à l'hydrolyse. Cette propriété sélective a permis de compléter un ensemble de trois autres ribonucléases, de spécificités différentes et complémentaires, rendant désormais possible une méthode d'identification, par voie enzymatique, de tous les nucléotides de RNA et de leur ordre d'enchaînement. Les recherches actuelles tendent à affiner la méthodologie, à rendre absolue la sélectivité et surtout à découvrir le mécanisme moléculaire grâce auquel s'établit cette distinction fondamentale. L'étude d'autres enzymes intervenant dans la « maturation » des acides nucléiques informatifs complète ce programme.

Rapports entre la structure macromoléculaire et la fonction des collagènes et des protéoglycans associés dans la paroi des veines

Professeur Jean-Pierre BARGETZI

Les travaux antérieurs de ce groupe sur la caractérisation des collagènes de la paroi vasculaire ont mis en relief une interaction sélective

entre les unités de tropocollagène et protéoglycans dans le processus de formation des fibres de collagène. La nature de cette interaction et de ses éléments constitutifs font l'objet des recherches en cours. Est étudié simultanément le rôle biologique d'unités saccharidiques appartenant aux tropocollagènes pour leur rôle présumé de signal d'identification et de mise en place dans l'organisation moléculaire du milieu extracellulaire conjonctif.

Caractérisation de diverses myo-inositol-deshydrogénases bactériennes

Etude du transport de certains cyclitols chez Klebsiella aérogènes et Pseudomonas putida

Professeur Jacques DESHUSSES

Ces bactéries possèdent des systèmes de transport fondamentalement différents quant à leurs mécanismes, proton symport pour le premier, dépendant d'une protéine périplasmique pour le second.

Etude du transport chez les protozoaires parasites

Professeur Jacques DESHUSSES

Dans la forme sanguine «long slender» de Trypanosoma brucei, organisme de la maladie du sommeil chez le bétail, le mécanisme de la perméation du glycérol est comparé avec celui du glucose.

Etude du transport transcytoplasmique des acides gras dans la cellule cardiaque

Etude des propriétés physico-chimiques et biologiques des liposomes chargés de principes médicamenteux en vue d'altérer des cellules-cibles de façon spécifique

Etude de certaines protéines membranaires

Professeur Bernard FULPIUS

Etude du récepteur de l'acétylcholine

(nature chimique, antigénicité en rapport avec l'induction de myasthénie expérimentale chez l'animal, caractérisation d'anticorps dirigés contre divers sites du récepteur et mode d'action de ces derniers dans la myasthénie grave.)

Etude de l'acétylcholinestérase du globule rouge

(solubilisation spécifique par certains agents ayant des propriétés de

détergent, interactions entre l'enzyme et la phase lipidique de la membrane.)

Structure, fonction et évolution des protéines régulatrices qui fixent le calcium

Professeur Eric A. STEIN

Les mouvements cellulaires

(par exemple: contraction musculaire, formation du cytosquelette dans les cellules non musculaires.)

La transmission intracellulaire de l'information

(par exemple: rôle du calcium dans le métabolisme de l'adénosine monophosphate cyclique (cAMP); régulation concertée de la glycogénolyse et de la contraction musculaire par le calcium et la cAMP.)

PUBLICATIONS

L'ensemble de ces recherches a abouti, durant les cinq dernières années, à environ soixante publications parues principalement dans les journaux scientifiques suivants:

Analytical Biochemistry, Analytica Clinica Acta, Archives des Sciences, Biochemistry, Biochimie, Biochimica Biophysica Acta, Clinical Experimental Immunology, Comparative Biochemistry and Physiology, Comptes rendus de l'Académie des Sciences (Paris), European Journal of Biochemistry, European Journal of Immunology, Experientia Helvetica Chimica Acta, Histochemistry, Hoppe Seiler's Zeitschrift für Physiologische Chemie, International Journal of Peptide and Protein Research, Journal of Biological Chemistry, The Lancet, Molecular and Cellular Biochemistry, Proceedings of the National Academy of Sciences USA.

Thèses délivrées de 1974 à juin 1979

SCHWENDIMANN Bernard

« Glutamate deshydrogénase du cortex cérébral de bœuf, purification, structure quaternaire et mécanismes catalytiques » – Thèse n° 1639, 1974

WOLCZUNOWICZ-ZURN Monique

« Etude des mannosides d'une levure schizosaccharomyces pombe » – Thèse n° 1652, 1976.

REBER Guido

« Le transport du myo-inositol chez *Klebsiella aerogenes* » – Thèse n° 1750, 1976

KARAKASH Clairette

« Etude sur le foie perfusé dans deux syndromes d'obésité et d'hyperinsulinémie » – Thèse n° 1774, 1977

MAIRE Michel

« Neurotoxine principale du venin de *Naja naja philippinensis* » Isolement, purification, propriétés physico-chimiques, séquence partielle, caractérisation immunologique et phylogénétique – Thèse n° 1786, 1977

CAPPONI Alessandro

« Etudes sur la libération de renine in vitro par des tranches de reins de rats » – Thèse n° 1787, 1976.

SCHMIDT Maurice

« Une phosphatase acide exoplasmodiale de *Physarum polycephalum*; purification, propriétés physiques et enzymatiques » – Thèse n° 1790, 1977

HAUERT Jacques

« Toxines curarisantes des venins de *Naja naja philippinensis* et *Naja naja samarensis* – isolement, purification, caractérisation physico-chimique, séquence totale, affinité pour les récepteurs cholinergiques et étude conformationnelle » – Thèse n° 1815, 1977

PILLY Daniel

« Deux ribonucléases exocellulaires de *Physarum polycephalum*: purification, propriétés et spécificité » – Thèse n° 1828, 1977

KÖHLER Laure

« Régulation de la contraction musculaire: caractérisation de calcioprotéines sarcoplasmiques et étude de leur interaction avec le calcium et le magnésium » – Thèse n° 1835, 1977

ROCH Philippe

« Etude sur l'adénosine 3', 5'-monophosphate (AMP cyclique) dans le système nerveux périphérique » – Thèse n° 1840, 1978

ERARD François

« Glutamate dehydrogenase du cerveau de bœuf: purification, études de structure et des mécanismes cinétiques » – Thèse n° 1848, 1977

JUILLERAT Marcel A.

« Synthèse en phase solide et par condensation de fragments d'un tritriacontapeptide: segment du site actif présumé des toxines létales du venin de *Naja naja philippinensis* » – Thèse n° 1858, 1977

SIEGENTHALER Georges

« Ru (II)-carbonyle-mésoporphyrine-IX-diméthyle-ester: nouvelle méthode de synthèse, propriétés physico-chimiques et analyse structurale partielle; étude de quelques dérivés de Ru(X)₂-MPDE et de complexes de Ru(II)-MP-globine » – Thèse n° 1886, 1978

ZURN Anne

« Experimental autoimmune myasthenia gravis: possible role of antiacetylcholine receptor antibodies in the appearance of the neuromuscular blockade » – Thèse n° 14, 1978

Thèses exécutées en co-direction scientifique

TEMPIA-CALIERA Pierre-Olivier

« Contribution de l'hydrogène et du carbone des acides oléiques et octanoïques à la lipogenèse chez la souris vivante » – Thèse n° 1771, 1977

DURAND Jacques

« Etude critique d'une liaison hormone-récepteur *in-vitro*. La fixation de la norépinéphrine aux protéines membranaires du tissu adipeux brun de rat: liaison au récepteur, à l'enzyme d'inactivation ou artefact? » – Thèse n° 1805, 1977

ZIMMERMANN Jessie M^{me}

« Structure-function relationship of the pathogenesis of tetanus: activity of the toxin at the membranar level » – Thèse n° 1829, 1977

DEPIERRE Dominique

« Purification et propriétés d'une dipeptidyl-carboxypeptidase du plasma seminal humain » – Thèse n° 1846, 1977

AUDERSET Marie-José M^{lle}

« Le facteur B de la voie alterne du système de complément (étude immuno-chimique et biologique) » – Thèse n° 1885, 1977

DEPARTEMENT DE CHIMIE MINÉRALE, ANALYTIQUE ET APPLIQUÉE

Ce département est composé de 4 professeurs, de 42 collaborateurs de l'enseignement et de la recherche, dont 18 doctorants et de 18 collaborateurs administratifs et techniques. Ce personnel est réparti en 9 groupes de recherche dont les activités sont les suivantes :

Chimie analytique de l'environnement

Professeur Werner HAERDI

L'analyse qualitative et quantitative ainsi que la spéciation de traces d'éléments dans les milieux naturels a pris ces dernières années une importance grandissante. En effet, bon nombre de processus biochimiques intéressant notre environnement font intervenir à un moment ou à un autre un élément trace (catalyseur, inhibiteur). La détermination de ces traces fait appel à diverses techniques analytiques étudiées par le groupe, dont : l'analyse par activation nucléaire (spectrométrie Gamma et X), la spectroscopie de fluorescence de rayons X, la spectroscopie d'absorption atomique. Souvent, il est nécessaire, pour augmenter la sensibilité ainsi que la sélectivité, de mettre en œuvre des techniques de préconcentration et de séparation adéquates qui sont en relation avec la méthode de détermination choisie.

Ainsi sont mises au point, des séparations et des préconcentrations de métaux lourds et de leurs espèces chimiques par des techniques reposant sur des réactions d'oxydo-réduction par la synthèse de nouvelles résines et supports solides complexants par la chromatographie liquide haute performance (HPLC). La sensibilité de la détection des signaux analyti-

ques (instrumentation) joue également un rôle important. C'est pour cela qu'il s'agit aussi d'étudier les possibilités nouvelles offertes, par exemple, par certains détecteurs de photons de faible énergie (utilisés en spectroscopie). Les techniques ainsi étudiées sont alors appliquées à l'étude du comportement des éléments traces dans divers milieux : air, sédiments, eaux interstitielles, eaux naturelles, sols, végétaux. Par exemple, la variation saisonnière du comportement des éléments traces dans les sédiments superficiels, les eaux et l'air au niveau d'un lac sont étudiés. Ce travail doit permettre, en relation avec d'autres paramètres physico-chimiques (température, pH, O_2 etc.) d'établir certaines corrélations.

Spectroscopie et liaison chimique dans les éléments transitionnels

Professeur Christian K. JØRGENSEN

Monsieur Jørgensen travaille avec la luminescence et les niveaux d'énergie des lanthanides et de l'ion uranyle (ce qui peut servir pour les lasers à quatre niveaux, et à la concentration de la lumière solaire pour les photocellules de silicium) et avec la chimie des complexes d'éléments peu abondants des groupes de transition. Il fait de la spectrométrie des photoélectrons pour étudier la liaison chimique dans les solides et la chimie des surfaces. Il applique la théorie des groupes aux problèmes de la chimie quantique, et essaie d'approfondir des notions comme l'état d'oxydation ; constituant ; configuration électronique ; et couplage vectoriel. D'autre part, il élabore les prévisions de la chimie des éléments trans-lawrenciens (numéro atomique au-dessus de 103) et espèces contenant des quarks non-saturés.

Photochimie minérale

Professeur Minas MARCANTONATOS

La photochimie minérale se développe considérablement ces dernières années, notamment par l'étude de la réactivité des complexes de métaux de transition photo-excités. Le sujet principal du groupe de recherches sur la photochimie inorganique, est la chimie des états photo-excités des composés purement minéraux, plus particulièrement, ceux de l'ion uranyl. Par la spectroscopie électronique d'absorption et d'émission conventionnelles et rapides, (échelle de l'ordre de la nanoseconde) sont ainsi recherchés et étudiés : les exciplexes purement minéraux, les échanges de ligands, les transferts électroniques et les stabilités thermo-

dynamiques aux états excités. Le premier état excité de l'ion uranyl et de ses complexes est particulièrement intéressant, à cause de son comportement très versatile, son extrême réactivité et les possibilités qu'il présente pour l'utilisation de l'énergie solaire.

Chimie du Solide

Professeur Hans SCHMID

Les travaux du groupe de recherche de Chimie du Solide, soutenus par le Fonds National Suisse de la Recherche Scientifique, portent sur la synthèse chimique et sur l'étude des propriétés physiques de composés à transitions de phases polymorphes du type ferroïque. Appartiennent à cette catégorie les matériaux ferroélastique, magnétoélectrique, piézoélectrique, ferrobimagnétique, ferrobiélectrique, etc. Une attention particulière est vouée aux matériaux possédant à la fois, et dans la même phase, deux ou plusieurs de ces propriétés, par exemple ferroélectricité + ferromagnétisme + ferroélectricité, coexistence engendrant de multiples interactions cristallophysiques dont l'intérêt technologique réside dans leur faculté de conversion de signaux en tant que transducteurs magnétique $\rightleftharpoons$ électrique, électrique $\rightleftharpoons$ mécanique, optique $\rightleftharpoons$ magnétique, optique $\rightleftharpoons$ électrique, etc.

Les méthodes de synthèse chimique requises, sont variées : méthodes céramiques, cristallogénèse à partir du bain fondu, de sels fondus, par transport hydrothermal, en phase gazeuse, etc. Les propriétés physiques sont étudiées entre la température de l'hélium liquide et $\sim 1400^\circ\text{K}$.

Le domaine de recherche étant très polyvalent, il requiert obligatoirement une collaboration étroite entre chimiste, physicien, cristallographe, électronicien et mécanicien, et ceci au sein du groupe même ainsi que par collaboration avec d'autres chercheurs suisses et étrangers.

Photo-électrochimie et électrocatalyse

Docteur J. AUGUSTYNSKI, chargé de recherche

Ce groupe étudie les mécanismes et la cinétique des réactions électrochimiques et des processus d'adsorption aux interfaces métal/oxyde/solution. Ces recherches ont des implications dans les domaines de la corrosion, de l'électrolyse de l'eau et de la photo-électrochimie.

Les travaux actuellement en cours comprennent :

- Etude électrochimique et spectroscopique (spectroscopie des photo-

électrons) de la passivité de l'aluminium et des aciers molybdéniques. Etude par spectrométrie des photo-électrons de l'adsorption de différents anions sur les oxydes de titane et de zirconium.

- Préparation et étude des propriétés électrocatalytiques des oxydes mixtes (notamment de titane, de nickel, de cobalt et d'erbium) et des borures métalliques.
- Etude de l'effet des éléments dopants sur les caractéristiques photo-électrochimiques de TiO_2 , $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ et UO_2 ; application à la photo-électrolyse de l'eau (conversion de l'énergie lumineuse en énergie chimique).

Chimie des surfaces et des composés de hafnium et des terres rares

Docteur Lucette BALSENC, chargé de recherche

Le lien entre les divers sujets de recherche est constitué par l'étude photoélectronique et les spectres Auger des composés étudiés. C'est ainsi qu'en vue d'élucider le mécanisme d'échange sur le phosphate de hafnium cristallin, un parallèle a été établi entre l'affinité des cations bivalents et trivalents des éléments de transition et la différence entre les chaleurs d'hydratation et de déshydratation de ces même ions.

Des elpasolites cubiques du type X_2NaMCl_6 , où M = terre rare et X = Cs, Rb ou Tl, ont été préparées; nous tentons de détecter les déviations de la symétrie cubique à courte échelle de temps.

Finalement, un travail sur l'utilisation comme traceurs des chaînes radioactives en médecine nous a amenés à étudier la forme chimique sous laquelle l'isotope-fille produit se fixe dans l'organisme.

Etude de la réactivité des éléments traces et des composés macromoléculaires dans les eaux naturelles

Docteur Jacques BUFFLE, chargé de recherche

La réactivité chimique des éléments traces est l'un des facteurs qui influencent la croissance des organismes, il joue donc un rôle important dans l'évolution des masses d'eaux naturelles (étangs, lacs, rivières). Leurs réactions avec les composés macromoléculaires présents dans les eaux (tels que les composés organiques provenant de la décomposition des organismes vivants, les produits d'hydrolyse de Fe(III) ou Al(III), les polysilicates) sont particulièrement importantes pour déterminer la disponibilité de ces éléments traces par les organismes.

Les travaux entrepris dans ce groupe ont donc pour but d'étudier :

- la nature et les propriétés des composés macromoléculaires eux-mêmes. En raison,
 - a) de la complexité des mélanges dans lesquels ils se trouvent,
 - b) de leurs faibles concentrations dans les eaux, et
 - c) de la complexité de leur réactivité (adsorption sur les solides, coagulation, micellisation...).

L'étude de leurs propriétés nécessite de développer simultanément des techniques de séparation et de caractérisation appropriées (telles que : ultrafiltration, diffusion à travers les membranes, diffusion de la lumière, fluorescence, etc...).

- les réactions effectuées entre les éléments traces (éléments de transition, métaux lourds, F^- , PO_4^{3-} ,...) et les composés macromoléculaires, ainsi qu'avec les particules en suspension (silicates). Ces études sont également envisagées dans l'optique du traitement des eaux. Compte tenu de la faible concentration des éléments étudiés, ces études nécessitent la mise au point de techniques spéciales d'étude des réactions. Les méthodes potentiométriques et voltamétriques sont particulièrement utilisées et développées.

Electrochimie en milieux organique et fondu

Docteur Paul TISSOT, chef de travaux

Dans le domaine de l'*électrochimie organique*, nous poursuivons nos travaux dans le but, d'une part d'étudier les mécanismes de certaines réactions et, d'autre part, dans un but purement synthétique. Parmi les réactions étudiées, citons :

- l'oxydation de Kolbe en milieu aqueux, non-aqueux et en sels fondus
- la bisdécarboxylation des acides carboxyliques vicinaux
- l'oxydation des groupes alkyls en aldéhydes
- la réduction des cétones α - β insaturées
- la réduction de divers substrats sur une électrode à hydrure.

Dans le domaine de la *corrosion des matériaux dentaires*, nous poursuivons depuis plusieurs années des travaux en collaboration avec la Section de Médecine dentaire sur la corrosion des alliages d'or et les amalgames. Dans le domaine de l'*analyse thermique* (thermogravimétrie et analyse thermique différentielle) nous étudions divers systèmes de sels fondus susceptibles d'être utilisés comme électrolyte ; de plus, nous développons un système d'acquisition automatique de données en vue de l'étude de la cinétique de réaction au moyen des méthodes thermoanalytiques.

Docteur Alan F. WILLIAMS, chef de travaux

De nombreux complexes sont connus actuellement où l'oxygène moléculaire de l'air peut se fixer pour former un complexe oxygéné. Nous examinons la réactivité de l'oxygène fixé sur ces complexes dans le but de trouver des réactions où l'oxygène lié à un métal réagit plus facilement que l'oxygène libre. De telles réactions pourraient éventuellement former la base pour des catalyseurs de réactions d'oxydation.

La spectroscopie Mössbauer est une technique où l'on observe le comportement du noyau atomique d'un élément pour pouvoir tirer des conclusions sur l'environnement chimique dans lequel l'atome se trouve. Nous appliquons la technique actuellement à l'étude de trois problèmes :

- (i) La structure électronique des composés de tungstène.
- (ii) Le comportement du fer dans les sols et les sédiments lacustres.
- (iii) Les produits de corrosion du fer métallique.

L'ensemble de ces recherches a abouti, durant les cinq dernières années, à environ 184 publications parues principalement dans les journaux scientifiques suivants :

Advances in Quantum Chemistry, Analytical Chemistry, Analytica Chimica Acta, Chemicals Communications, Chemicals Physics Letters, Chimia, Corrosion Science, Electrochimica Acta, Ferroelectrics, Fresenius Zeitschrift für Analytische Chemie, Helvetica Chimica Acta, Inorganic Chemistry, Inorganica Chimica Acta, International Journal of Environmental Analytical Chemistry, International Journal of Magnetism, Journal of Applied Electrochemistry, Journal of the Chemical Society, Journal of Colloid and Interface Sciences, Journal of Crystal Growth, Journal of Dental Research, Journal of Electroanalytical Chemistry, Journal of Materials Science, Journal of Physical Society of Japan, Journal of Physics and Solid State Physics, Journal de Physique, Journal of Radioanalytical Chemistry, Journal of Thermal Analysis, Naturwissenschaften, Nouveau Journal de Chimie, Organic Synthesis, Physica Status Solid, Radioanalytical Chemistry, Revue de Physique, Solid State Communications, Structure and Bonding, Techniques et Sciences Municipales, Thermochemica Acta, Z. Analytische Chemie et Z. für Physikalische Chemie Neue Folge.

DERIVAZ JeanPierre

« Contribution à l'étude chimique et électrochimique des nitrates alcalins fondus » – Thèse n° 1634, 1974

GUTJAHN Manfred A.

« Etude du comportement électrochimique de certains hydrures de métaux de transition en vue de leur application comme masse active de l'électrode négative dans des batteries secondaires » – Thèse n° 1682, 1974

HINDEN Jean

« Etude du comportement physiochimique et électrochimique des systèmes $\text{Na}_3\text{AlF}_6\text{--Ta}_2\text{O}_5$ et $\text{Na}_3\text{AlF}_6\text{--NaTaO}_3$ » – Thèse n° 1684, 1974

MEYER Monique

« Oxydation par catalyse hétérogène de traces d'éthanol en phase gazeuse à température ambiante en vue d'un dosage de l'éthanol dans l'haleine » – Thèse n° 1568-1, 1974

BLUM-Weibel Irène

« Contribution à l'étude du dosage de la vitamine C » – Thèse n° 1713, 1975

CELARDIN Fredy

« Contribution to the analysis of trace constituents of the atmosphere : a spectrophotometric method for nitrite determination and kinetic study of the chemiluminescent ozone-rhodamine B reaction » – Thèse n° 1702, 1975

CONKIC Milica

« Contribution à l'étude des oxydes mixtes dérivés du ferrite bicalcique » – Thèse n° 1693, 1975

LEGER JeanFrançois

« Contribution à l'étude de la déposition chimique en phase gazeuse du molybdène sur le silicium et des réactions dans l'état solide entre ces deux éléments » – Thèse n° 1704, 1975

MERAT Edmond

« Contribution à l'étude des séparations rapides de traces métalliques sur goutte de mercure (séparation appliquée plus spécialement au cuivre) » – Thèse n° 1690, 1975

DALLENBACH Raynald

« Contribution à l'étude physico-chimique et électrochimique des trifluoracétates de potassium et de sodium fondus » – Thèse n° 1721, 1976

NAWRATIL Bernard

« Etude cinétique et mécanistique de la réaction du nitrate avec le bianthrone en milieu acide sulfurique concentré et application au dosage de traces de nitrate » – Thèse n° 1779, 1976

PARTHASARATHY Vanaja

« A study of the stability of some complexes of palladium (II) » – Thèse n° 1742, 1976

PITTON Oscar A.

« Etudes par ESCA et par diffraction de la réaction entre l'aluminium (solide, chauffé) et le fluorure d'hydrogène gazeux » – Thèse n° 1783, 1976

BALTZINGER Jean-Claude

« Etude du comportement chimique et électrochimique du silicium dans le système KF-HF » – Thèse n° 0000, 1977

BERGERIOUX Claude

« Détermination par spectrométrie X et haute résolution, d'éléments traces après

- préconcentration et activation neutronique (application aux eaux naturelles)» – Thèse n° 1814, 1977
- BIRRAUX Claude**
« Etude de l'électrode sélective au plomb et ses applications » – Thèse n° 1798, 1977
- DEOM André**
« Contribution à l'étude du dosage des éthers diphényles. Dosage du Fluorodifen^R (R = marque déposée Ciba-Geigy SA) » – Thèse n° 1797, 1977
- DESCHAUX Michel**
« Etude de l'auto-oxydation de l'acide gallique » – Thèse n° 1842, 1977
- DOGAN Selim**
« Etude de la préconcentration et du dosage de traces de mercure par spectrométrie d'absorption atomique sans flamme. Applications aux milieux naturels » – Thèse n° 1795, 1977
- NEMBRINI Giorgio**
« Etude et application des propriétés voltamétriques des composés d'hydrolyse du fer (III) » – Thèse n° 1775, 1977
- MENZINGER Charles A.**
« Etude fluorimétrique du mécanisme de complexation de l'acide borique par l'hydroxy-2-methoxy-4-chloro-4'-benzophenone, dans l'acide sulfurique concentré et application au dosage de traces de bore » – Thèse n° 1794, 1977
- SIMONA Marco**
« Contribution à l'étude du phosphate de hafnium comme échangeur d'ions » – Thèse n° 1809, 1977
- WAEFLER Jean-Pierre**
« Etude de l'électrolyse de Kolbe en milieu non aqueux et de la décomposition thermique de divers acétates de sodium polyhalogéno-substitués » – Thèse n° 1802, 1977
- BLANC Jean-Pierre**
« Méthodes de préconcentration pour l'analyse panoramique d'éléments traces dans les eaux douces, par activation neutronique » – Thèse n° 1874, 1978
- DO DUC Huong**
« Etude du comportement électrochimique en milieu neutre de l'étain et de l'alliage Sn₈Hg, comparaison avec l'amalgame dentaire » – Thèse n° 1819, 1978
- KOUDELKOVA Milena**
« Etude électrochimique et spectroscopique des couches d'oxyde passivantes sur l'aluminium » – Thèse n° 1883, 1978
- SANCHEZ Juan Alberto**
« Contribution à l'étude du système CaCl₂-CaC₂ » – Thèse n° 1813, 1978

DEPARTEMENT DE CHIMIE PHYSIQUE

Ce département est composé de 6 professeurs, de 25 collaborateurs de l'enseignement et de la recherche, dont 15 doctorants, et de 19 collaborateurs administratifs et techniques. Ce personnel est réparti en 4 groupes de recherche dont les activités sont les suivantes :

Spectrométrie de masse

Professeur Armand BUCHS

L'étude de la fragmentation des molécules organiques après leur ionisation est à la fois fondamentale pour la compréhension des spectres de masse eux-mêmes et fort intéressante par les subtils réarrangements moléculaires qu'elle met en évidence. Cette étude est ainsi au centre des préoccupations du groupe de spectrométrie de masse.

La haute sensibilité et la spécificité de la spectrométrie de masse associée à la chromatographie en phase gazeuse font aussi de cette technique une méthode de choix pour l'analyse de traces de substances organiques. Nous sommes ainsi également engagés dans un programme de recherche en géochimie consacré à l'étude des composés organiques dans les sédiments récents.

Physicochimie du solide

Professeurs Hans BILL et Roger LACROIX

Ce groupe utilise diverses méthodes spectroscopiques pour l'étude de solides, en particulier la résonance paramagnétique électronique, la

double résonance électronique et nucléaire (ENDOR), la spectroscopie Raman et la spectroscopie électronique. Des méthodes de production de monocristaux, à haute température, ou à partir de solutions, ont été développées ainsi que des techniques de mesures spectroscopiques elles-mêmes.

Ces recherches expérimentales sont accompagnées d'études théoriques afin de mieux comprendre et expliquer les phénomènes observés.

Les problèmes suivants sont actuellement à l'étude :

- La structure électronique d'états de valence exceptionnels créés en exposant des cristaux à un rayonnement ionisant
- Origine de la couleur de cristaux naturels (conditions géochimiques lors de la formation des cristaux)
- Etude de centres paramagnétiques dans des pierres précieuses
- Influence des vibrations sur la structure électronique de complexes moléculaires piégés dans des matrices cristallines
- Effet Jahn-Teller d'ions de groupe du Fer dans les cristaux
- Effet Jahn-Teller des systèmes à orbitales p.

Spectroscopie de composés organiques et organométalliques

Professeurs Michel GEOFFROY et Edwin A.C. LUCKEN

Nous utilisons ici une variété de méthodes spectroscopiques dans le but de mieux comprendre la structure et la réactivité de diverses molécules organiques et surtout organométalliques.

La résonance paramagnétique électronique par exemple, est utilisée pour l'étude des radicaux libres organométalliques formés par l'irradiation aux rayons X de diverses substances cristallines et donne à la fois des renseignements sur la nature d'une foule d'espèces instables et des renseignements sur les mécanismes de l'interaction entre des molécules simples et une radiation ionisante. Cette même technique est employée dans le domaine de « spin labelling » pour l'étude de mécanismes de réactions biochimiques.

La spectroscopie de résonance quadripolaire nous donne des renseignements sur la structure de molécules diamagnétiques et, avec la résonance paramagnétique électronique, reflète les mouvements inter et intra moléculaires dans les réseaux cristallins.

Finalement, la spectroscopie de rotation nous informe sur la structure des molécules à l'état gazeux. A côté de ceci, nous développons de nouvelles techniques et des appareils spectroscopiques. Il va de soi que ces études expérimentales nécessitent des études théoriques en parallèle.

Professeur Désimir JANJIC

Comme son titre l'indique, il y a deux domaines d'intérêt pour ce groupe.

Le premier est relié à des études calorimétriques de divers processus chimiques, par exemple la détermination des fonctions et constantes thermodynamiques relatives à la formation de complexes à transfert de charge, aux transformations biochimiques ou à l'étude des surfaces de solides pulvérulents.

Les mesures de cinétique chimique sont surtout axées sur les réactions périodiques telle que la réaction Belousov - Zhabotinskii (oxydation de cétones par BrO_3^- en présence de Ce^{4+}).

PUBLICATIONS

L'ensemble de ces recherches a abouti, durant les cinq dernières années, à environ 125 publications parues principalement dans les journaux scientifiques suivants :

Archives des Sciences, Biomedical Mass Spectrometry, Biochimica Biophysica Acta, Calcified Tissue Research, Chemical Physics Letters, Helvetica Chimica Acta, Helvetica Physica Acta, Le Journal de Physique, Journal of the American Chemical Society, Journal of the Chemical Society, Journal of Chemical Physics, Journal of Molecular Structure, Journal of Magnetic Resonance, Journal of Physics C,E, Molecular Physics, Organic Mass Spectrometry, Physical Review, Physica Status Solidi, Physics and Chemistry of Minerals, Radiation Physics and Chemistry et The Journal of Chemical Physics.

Thèses délivrées de 1974 à juin 1979

ARDJOMANDE Soussane

« Etude par résonance quadripolaire nucléaire des complexes donneur - accepteur » – Thèse n° 1656, 1974

DE WECK-ARDALAN Ziba

« Les effets de la conformation et de la configuration de certains composés organiques chlorés étudiés par résonance quadripolaire nucléaire » – Thèse n° 1649, 1974

PONCIONI Bruno

« Etude par résonance paramagnétique électronique de radicaux libres organiques portant un ou plusieurs substituants hétéroatomiques » – Thèse n° 1683, 1974

DELFINO Allan B.

« The ion generator, a heuristic program in organic mass spectrometry » – Thèse n° 1675, 1974

MORET Jean-Marc

« Résonance paramagnétique électronique de Gd^{3+} dans Na_2S et Eu^{2+} dans KCl et KI : Effets de la température et de contraintes élastiques » – Thèse n° 1646, 1974

PETER Alain

« Etude enzymatique et thermodynamique de l'hydrolyse de phospho-diester de quelques nucléotides » – Thèse n° 1679, 1975

POZZI Roland

« Etude structurale de quelques molécules polycycliques par spectroscopie microondes » Thèse n° 1706, 1975

LAMBELET Pierre

« Conformation et configuration de radicaux-anions par résonance paramagnétique électronique » – Thèse n° 1717, 1975

GLANGETAS Alain

« Etude par spectrométrie de masse de dérivés de sucres furanniques bloqués » – Thèse n° 1765, 1976

BISELX Charles

« Etude thermodynamique et dipolaire de complexes à transfert de charge de type $(n\pi \rightarrow \pi^*)$ en solution. Quinoléine, quinoléines substitués · interhalogènes » – Thèse n° 1757, 1976

GINET Lucien

« Résonance paramagnétique électronique de radicaux comportant un hétéroatome du groupe V » – Thèse n° 1838, 1977

NICOLLIN Daniel

« Etude d'ions à l'état S dans des monocristaux à structure en couches » – Thèse n° 1831, 1977

THALMANN-MAGNENAT Nadia

« Application de la méthode Hartree-Fock-Slater : Structures électroniques et visualisation des orbitales moléculaires » – Thèse n° 1834, 1977

DE SIEBENTHAL Jean-Marc

« Etude expérimentale des centres paramagnétiques dus à la présence d'oxygène, de soufre et d'azote dans les monocristaux de chlorure de strontium » – Thèse n° 1830, 1977

RIVERA Jean-Pierre

« Résonance paramagnétique électronique de Mn^{2+} dans des boracites. Effets des changements de phase C_{3v}^6 - C_s - C_{2v}^5 - T^5 et modèles » – Thèse n° 1764, 1977

BOILLAT Edgar

« La spectrométrie d'émission dans l'étude du métabolisme des médicaments marqués à l'azote 15 » – Thèse n° 1836, 1977

BERCLAZ Théo

« Résonance paramagnétique électronique de radicaux tri- et tetra-coordonnés des groupes IV et V » – Thèse n° 1890, 1978

BLANC Pierre Alain

« Etude par spectrométrie de masse d'une série de dérivés bifonctionnels aliphatiques » Thèse n° 1905, 1979

GIEZENDANNER Daniel

« Automation d'un spectromètre à impulsions et son application à l'étude de la structure fine des raies d'absorption en résonance quadripolaire nucléaire » – Thèse n° 1908, 1979

DEPARTEMENT DE CHIMIE ORGANIQUE

Ce département est composé de 4 professeurs, de 40 collaborateurs de l'enseignement et de la recherche, dont 18 doctorants, et de 18 collaborateurs administratifs et techniques. Ce personnel est réparti en 6 groupes de recherche dont les activités sont les suivantes :

Analyse structurale organique par la diffraction des rayons X

Analyse conformationnelle

Professeur Raymond GERDIL

- Structures de complexes moléculaires du type solvat, formés de composants chiraux. L'étude expérimentale, et théorique, des interactions stéréospécifiques entre une cavité chirale et les formes *d*- et *l*- de la molécule piégée forme le point essentiel de cette recherche.
- Détermination expérimentale précise des cartes de densité électronique moléculaire. Cette activité se place à la pointe des techniques actuelles de déterminations structurales fondées sur la diffraction des rayons X. Elle revêt une importance toute particulière en ce qu'elle permet d'observer dans ses détails la structure électronique et ainsi de confronter avec la «réalité» expérimentale les grandeurs obtenues jusque-là exclusivement par les méthodes de calcul élaborées de la chimie quantique.
- Analyse conformationnelle de cycles sulfurés avec l'atome de soufre dans différents états de valence. Evaluation empirique de paramètres conformationnels (champ de force de la mécanique moléculaire) à partir des analyses structurales aux rayons X.

Professeur Charles W. JEFFORD

Dans ses grandes lignes, la recherche effectuée dans ce groupe se compose de l'étude des additions électrophiles de différentes espèces, à savoir l'oxygène et les carbènes aux oléfines, et de l'étude des réarrangements électrocycliques et sigmatropiques des petits cycles qui sont enfermés dans les molécules de type cage. L'étude des réactions de l'oxygène présente deux volets, un qui traite l'aspect mécanistique de l'oxygène singulet aux doubles liaisons qui donnent naissance aux hydroperoxydes et aux dioxetannes, et l'autre qui essaie de définir la nature de l'intermédiaire formé entre l'oxygène et l'acide α -cétoglutarique.

Une autre étude concerne les carbènes et les nitrènes, en particulier la concurrence entre les additions 1,2 et 1,4. Les molécules bicycliques pontées du type norbornadiène et de ses dérivés sont des substrats idéals pour la mise en évidence des adduits homo 1,4. La portée de cette réaction et la tendance des carbocations provenant de ces adduits sont en train d'être calculées et seront vérifiées par des expériences en solution comprenant des solvolyses et des évolutions de cations en milieu superacide.

Etude des mécanismes réactionnels

Professeur Paul MULLER

Les sujets centraux des différents projets de recherche sont la réactivité chimique et la manière détaillée selon laquelle se font les réactions. Dans l'exemple de l'oxydation chromique des alcools on essaie d'interpréter l'influence des facteurs stéréochimiques sur la réactivité en utilisant un modèle de la mécanique moléculaire. L'oxydation de la liaison C-H est étudiée avec le but d'obtenir des informations concernant sa rupture homolytique ou hétérolytique. D'autre part, l'étude des oxydations est poussée dans la direction des réactions catalysées.

Les produits aromatiques bénéficient d'une stabilisation exceptionnelle à cause de leur système d'électrons π . Cette stabilisation peut être contre-carrée par des déformations dans le squelette formé par les liaisons σ . La préparation de cations aromatiques du type benzocyclopropénique tendu est entreprise dans le but de chercher les limites d'accessibilité des systèmes aromatiques déformés.

La réactivité chimique est, dans une large mesure, fonction du milieu réactionnel. Dans cette optique, on cherche à trouver des conditions permettant la substitution nucléophile de groupes peu réactifs tels qu'esters et amines activées.

Développements et applications de nouvelles méthodes pour la synthèse des systèmes cycliques et des produits naturels

Professeur Wolfgang OPPOLZER

Ces nouvelles réactions chimiques (réactions thermiques, photochimiques, organo-métalliques, etc.) en développement sont appliquées pour des synthèses efficaces et stéréosélectives de différents produits naturels, par exemple pour les alcaloïdes physiologiquement actifs (pumiliotoxin-C, chélidonine) β -lactam-antibiotiques, sesquiterpènes (acoranés, longifolène, isocomène), stéroïdes, acides aminés (α -Kainic acid) ainsi que pour la préparation des hétérocycles intéressants du point de vue pharmaceutique. Pour effectuer ces réactions énantiosélectives, nous étudions aussi systématiquement des inductions asymétriques.

Isomères de valence de systèmes aromatiques et spectroscopie RMN du deutérium

Docteur Ulrich BURGER, chef de travaux

Il existe une série d'isomères du benzène, à savoir le benzène de Dewar, le prismane, le benzvalène, le bicyclopropényle et autres. Nos études portent sur la synthèse et le comportement chimique de cette catégorie de composés, y compris les dérivés hétérocycliques. L'examen des transpositions que subissent ces isomères de valence au contact avec des métaux de transition est d'un intérêt particulier.

Nos études mécanistiques sont exécutées en grande partie par des méthodes particulières de la résonance magnétique nucléaire (RMN). L'observation directe du deutérium nous sert notamment de guide dans ces travaux.

En deuxième lieu, le groupe s'occupe de la spectroscopie RMN appliquée en collaboration avec tous les autres groupes du département de chimie organique.

Docteur Ernst P. KUNDIG, chargé de recherches

Ce très nouveau domaine interdisciplinaire de la chimie a connu un développement spectaculaire durant ces dernières années, plus particulièrement en ce qui concerne ses applications au domaine de la chimie organique synthétique. Des complexes de métaux de transition opèrent souvent des transformations de molécules organiques bien plus facilement que ne le permet la chimie organique traditionnelle.

Les études suivantes sont incorporées dans le programme de recherche :

- La synthèse systématique d'une série de nouveaux complexes labiles contenant des métaux dans l'état d'oxydation faible des groupes IVB, VB et VIB.
- Les investigations mécanistiques des réactions de ces complexes, surtout des réactions qui conduisent à la formation des liaisons C-C des molécules coordonnées, par exemple :
 - a) les substitutions aromatiques nucléophiles sur des composés naphthalènes, naphtoquinones et anthraquinones ;
 - b) les réactions stœchiométriques et catalytiques de cyclocondensation des acétylènes ;
 - c) les réactions de cyclisation intramoléculaire des oléfines coordonnées ayant une liaison C-H activée.

PUBLICATIONS

L'ensemble de ces recherches a abouti, durant les cinq dernières années, à environ 150 publications parues principalement dans les journaux scientifiques suivants :

Acta Crystallographica, Angewandte Chemie, Chemical Communications, Chimia, Helvetica Chimica Acta, Journal of the American Chemical Society, Journal of Chemical Education, Journal of Organic Chemistry, Synthesis, Tetrahedron, Tetrahedron Letters et Zeitschrift für Kristallographie.

Thèses délivrées de 1974 à juin 1979

DELAY François

« L'utilisation des molécules bicycliques pontées comme modèles pour l'étude de la réactivité chimique » – Thèse n° 1638, 1974

- KABENGELE nTanda
« Additions chélotropiques des fluorocarbènes et leur aspect pratique » – Thèse n° 1660, 1974
- SIEGFRIED Bernard
« Clivage sélectif des esters méthyliques en milieu aprotique » – Thèse n° 1667, 1974
- GEHRET Jean-Claude
« Synthèse et réactions de dérivés norbornaniques difluorés en C(7) » – Thèse n° 1725, 1975
- PERLBERGER Jean-Claude
« Etude conformationnelle des vitesses d'oxydation chromique des alcools secondaires »
Thèse n° 1716, 1976
- DELAY-SOUTTER Arlette
« Les additions électrophiles sur l'hexaméthyl-Dewar-benzène » – Thèse n° 1789, 1977
- DUNAND Albert
« Géométrie de la liaison carbone-halogène et contacts interhalogènes courts. Analyse de l'empilement moléculaire des structures cristallines du chlorotriphénylméthane et du bromotriphénylméthane » – Thèse n° 1778, 1977
- GROSCLAUDE Jean-Pierre
« Le comportement thermique et photochimique des 5-acétylbicyclo[2.1.0]pentanes » –
Thèse n° 1741, 1976
- LARSSON Inga-May
« 1- et 2-phényl-3-acétyl-1-cyclopentènes et 1-phényl-5-acétylbicyclo[2.1.0]pentanes. Photochimie et réarrangements thermiques » – Thèse n° 1772, 1976
- RIMBAULT Christian
« Etude mécanistique sur l'addition de l'oxygène singulet aux oléfines cycliques et bicycliques » – Thèse n° 1744, 1976
- WINTER Beat
« Etude de mécanisme du photoréarrangement d'une cyclohexénone β,γ -insaturée » –
Thèse n° 1733, 1976
- BERNARDINELLI Gérald
« Etudes cristallographiques et conformationnelles de muscs macrocycliques. Structures moléculaires de la muscone et des cis- et trans-civettones » – Thèse n° 1843, 1977
- MAZENOD François
« Synthèse et transpositions du benzvalène. Une étude par RMN du deutérium » –
Thèse n° 1832, 1977
- BLAUDSZUN Jean-Pierre
« Nature et comportement de carbocations allyliques cycliques » – Thèse n° 1859, 1978
- MARIACA DALENCE Raul
« Réactions induites par excitation spécifique $\pi-\pi^*$ de la $\Delta^{1,9}$ -benzyle-10-octalone-2 et photochimie des diènes 1,3 bicycliques » – Thèse n° 1878, 1978
- ACAR Mehmet
« L'addition de difluorocarbènes au barrélène et aux molécules apparentées » –
Thèse n° 1891, 1979
- COMBREMONT Jean-Jacques
« Etudes cristallographiques et conformationnelles de sulfoniums et de sulfimides cycliques. Structures cristallines et moléculaires, application de la mécanique moléculaire à l'analyse des propriétés conformationnelles » – Thèse n° 0000, 1979

LABORATOIRE DE CHIMIE THÉORIQUE APPLIQUÉE

Ce laboratoire est composé d'un chargé de cours et de deux assistants. Ce personnel s'occupe de la recherche suivante :

Applications des méthodes de chimie théorique sur ordinateur

Docteur Jacques WEBER, chargé de cours

Le principal sujet de recherche du laboratoire consiste à étudier les propriétés des molécules à l'aide de modèles théoriques basés sur les méthodes d'orbitales moléculaires récemment proposées en chimie quantique. Les études portent le plus souvent sur la structure électronique, les propriétés qui en découlent et les caractéristiques de la liaison chimique et organométallique. Chaque fois que cela est possible, les résultats obtenus sont confrontés avec l'expérience, ce qui permet d'estimer la validité du modèle utilisé et aussi de fournir une interprétation aux données expérimentales observées en laboratoire.

Le volume des calculs nécessaires à de telles études théoriques requiert l'utilisation de gros programmes sur l'ordinateur UNIVAC 1108 de l'Université. Des recherches sont actuellement en cours dans notre laboratoire afin d'étudier les possibilités de visualiser à l'aide de l'équipement graphique interactif de Sciences II une partie des résultats des calculs : structures géométriques des composés, cartes de densités électroniques, surfaces d'énergie potentielle, processus dynamiques dans les molécules.

Cette recherche a abouti, durant les cinq dernières années, à environ trente publications parues principalement dans les journaux scientifiques suivants:

Solid State Communications, Journal de Physique, International Journal of Quantum Chemistry, Journal of Chemical Physics, Journal of Magnetic Resonance, Chemical Physics, Chemical Physics Letters, Journal of American Chemical Society, Chimia, Journal of Molecular Structure, Theoretica Chimica Acta, Journal of Physics C, Nouveau Journal de Chimie, Journal of Nuclear and Inorganic Chemistry.

LA BIBLIOTHÈQUE DE LA SECTION DE CHIMIE

Rémy VERBIST

La bibliothèque des laboratoires de chimie fut fondée en 1879 grâce à une subvention de la Société auxiliaire des Sciences et des Arts.

Au départ, une donation importante de périodiques avait été faite par le professeur Charles de Marignac et, lors du décès de cet illustre savant, sa famille a légué à la bibliothèque d'autres périodiques très intéressants.

Des crédits annuels réguliers, appuyés d'allocations d'industriels régionaux et de certaines subventions de la Société Académique, permettaient de maintenir à jour ces périodiques. C'est ainsi qu'au début du siècle la bibliothèque contenait quarante-cinq périodiques ; dès sa fondation, elle s'est trouvée sous la direction du professeur Carl Graebe.

Jusqu'en 1970, cette bibliothèque était logée dans une salle du premier étage de l'ancienne Ecole de Chimie. Faute de place, différentes collections trouvaient abri sous les gradins du grand amphithéâtre de l'école en question.

Depuis lors, la bibliothèque de l'école de Chimie devenue bibliothèque de la Section de Chimie, est située au rez-de-chaussée de Sciences II où elle a enfin trouvé l'espace et l'architecture qui lui permettent de fonctionner normalement.

Les collections de la bibliothèque comprennent avant tout des périodiques au nombre de deux cents environ. Parmi ceux-ci de nombreux ont une origine très ancienne. L'outil de base reste toutefois la collection des Chemical Abstracts ; c'est en quelque sorte la « clef de voûte » de la bibliothèque et son extension est telle que le nombre de volumes acquis pendant ces douze dernières années dépasse celui des ouvrages publiés entre 1907 et 1967.

La collection des séries, qui compte plus de cent titres, mérite aussi d'être mentionnée ; au nombre de celles-ci, mettons en évidence Beilstein, Gmelin, Pascal, Grignard, Houben-Weyl, Kirk-Othmer, Ullmann, Organic Synthesis, Methods in Enzymology et Specialist Periodical Reports.

Avant 1969, la bibliothèque était très pauvre en monographies. Ces dix dernières années, cependant, grâce à l'amélioration de la conjoncture, cette lacune a pu être partiellement comblée par l'achat de plus de deux mille ouvrages.

Afin de satisfaire les lecteurs qui désirent des documents que la bibliothèque ne possède pas, celle-ci entretient un service d'emprunt et d'échange avec les principales bibliothèques universitaires de la Suisse ainsi qu'avec certaines bibliothèques appartenant aux industries chimiques suisses. A l'occasion de ce centenaire, nous tenons à les remercier toutes chaleureusement pour les services qu'elles nous rendent avec tant de générosité.

Pour terminer, signalons encore qu'une Commission de la Bibliothèque, élue par le Conseil de Section, s'occupe périodiquement des problèmes de gestion et qu'un Comité de Lecture donne son préavis pour les nouvelles acquisitions, qui sont signalées par un bulletin d'informations, publié deux fois par mois.