

Louis Chardonnens

1898–1976

Louis Chardonnens naquit à Fribourg, le 11 janvier 1898, d'une famille originaire de Domdidier. Après des études littéraires au Collège Saint-Michel, le jeune bachelier se tourna vers l'étude des sciences naturelles et s'inscrivit comme étudiant à la Faculté des sciences. Ses études à l'Université furent couronnées en 1924 par un doctorat ès sciences et une thèse en chimie élaborée sous la direction du professeur *Henri de Diesbach*: «Contribution à l'étude de la dinaphtanthracène-diquinone et de ses dérivés». A la même époque, Louis Chardonnens se vit confier un cours de mathématique au Collège Saint-Michel, ce qui éveilla peut-être en lui le goût de l'enseignement et l'engagea à poursuivre une carrière académique. Dans cette intention, le nouveau docteur se rendit à Munich, où il fréquenta pendant deux ans les laboratoires de chimie physique et l'enseignement du professeur *Fajans*, et put ainsi compléter sa formation dans le domaine étendu et complexe de la physico-chimie.

Rentré à Fribourg, Louis Chardonnens fut chargé d'un cours de chimie physique à la Faculté des sciences. Puis ce fut en 1934 sa nomination comme professeur extraordinaire de chimie analytique et de chimie physique, suivie en 1939 de son accession à l'ordinariat.

Ainsi s'ouvrait pour le professeur Chardonnens une carrière féconde, toute consacrée à ses élèves et aux multiples tâches de l'enseignement universitaire: préparation des cours, recherche scientifique, surveillance des thèses, travaux administratifs, etc. La conscience professionnelle et les qualités humaines qu'il manifesta d'emblée, ne tardèrent pas à attirer sur lui l'attention de ses collègues et des autorités. A plusieurs reprises, il fut appelé à revêtir des charges importantes dans la vie universitaire et scientifique de notre pays: doyen de la Faculté des sciences en 1941 et 1957, recteur de l'Université en 1950/52, président de la Société suisse de chimie en 1951, président de la Société fribourgeoise des sciences naturelles en 1955, membre du comité de rédaction de «Chimia» de 1958 à 1971, membre du comité de rédaction des «Helvetica Chimica Acta», de 1964 à 1976, membre de diverses commissions nationales pour la recherche scientifique.

En 1955, il reprenait du professeur *Henri de Diesbach*, l'enseignement de la chimie générale et minérale, enseignement qu'il assura jusqu'à sa retraite en 1969.

Dans toutes ces fonctions, le professeur Chardonnens fit preuve des qualités que ses élèves avaient l'occasion d'apprécier dans son enseignement: une grande probité scientifique, le refus de l'effet facile, la clarté et la précision de la pensée. Mais ces

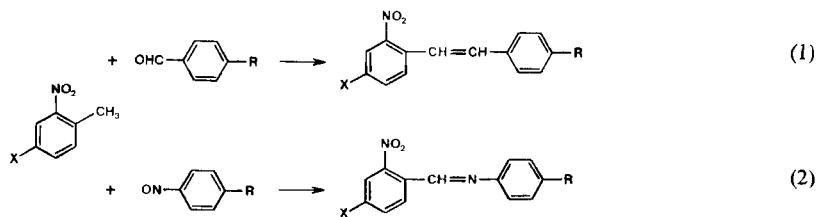
qualités, si brillantes soient-elles, ne sauraient dépeindre tout entier Louis Chardon-nens. Car chez lui, les exigences de la profession n'étouffèrent jamais les qualités proprement humaines. Et l'on nous permettra d'évoquer ici son sens aigu du devoir, son souci de perfection dans le travail, sa sollicitude constante pour ses élèves, la sagesse de ses conseils. D'ailleurs, la personnalité du professeur Chardonnens débordait volontiers le cadre de son activité professionnelle; sa solide culture classique le portait à s'intéresser à toutes les manifestations de l'esprit et ses goûts littéraires lui ont dicté dans ses publications le souci de la forme élégante et du style soigné.

Tous ceux qui ont été ses élèves ou ses amis n'oublieront pas sa courtoisie envers tous, la délicatesse et la fidélité de son amitié et garderont de lui un souvenir impérissable.

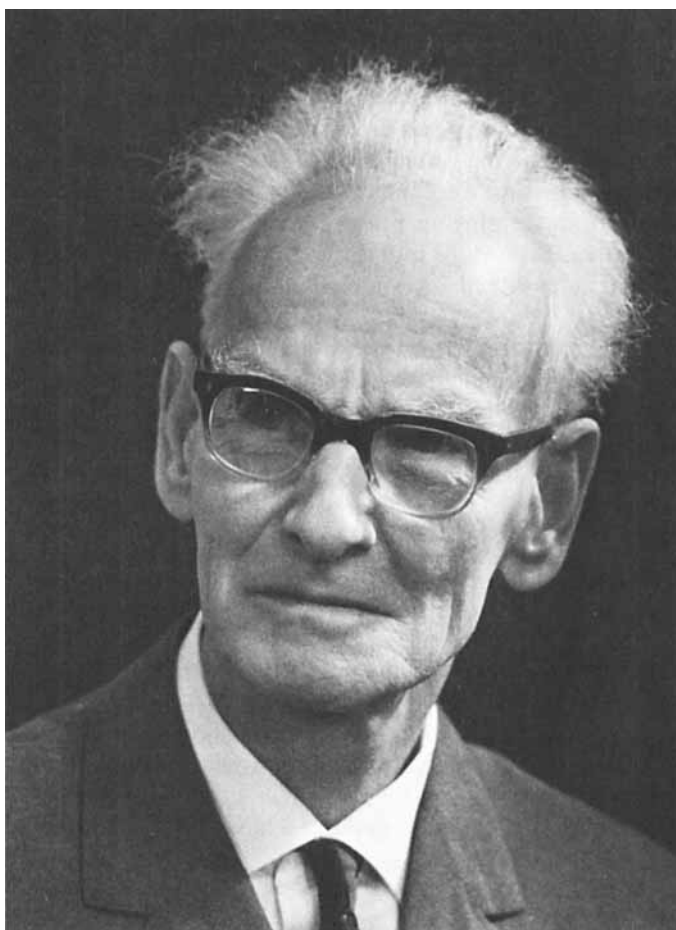
L'activité scientifique. Les groupes méthyle activés

Les étudiants spécialement intéressés par la chimie physique étaient rares à l'époque où le jeune professeur Chardonnens, de retour de Munich, occupa cette chaire. Aussi s'efforça-t-il de proposer un domaine de recherche tenant compte à la fois de la chimie organique préparative et de la chimie physique, tout en assurant, ce qui pour lui était une absolue priorité, une formation aussi complète que possible du jeune chimiste. Il porta son choix sur l'étude de la réactivité des groupes méthyle activés dans un cycle aromatique. Ce sujet offrait à ses collaborateurs la possibilité de pousser leurs investigations tant sur le plan de la synthèse organique que sur celui des mesures cinétiques.

La condensation du nitro-2-toluène, diversement substitué en position 4, avec des aldéhydes (1) et des dérivés nitroso (2) lui servit de point de départ.



Les rendements en produits finals lui servirent de mesure caractéristique de la réactivité du groupe méthyle. Il s'agissait donc, non seulement de préparer les produits de départ, souvent inconnus, mais surtout de traiter les mélanges réactionnels avec un soin tel que l'élaboration des produits finals soit la plus quantitative possible. Aussi, des méthodes de séparation sélectives, principalement la chromatographie sur colonne, représentaient un travail de routine des élèves. Les effets dus aux substituants étaient contrôlés à l'aide de réactions qui se prêtaient à une étude cinétique précise. De plus, ils étaient comparés d'une part avec le moment dipolaire des dérivés benzéniques correspondants et d'autre part avec les constantes de dissociation des acides benzoïques X-substitués en position *para*. La concordance dans ces différents travaux fut telle qu'on put déterminer, avec une très bonne



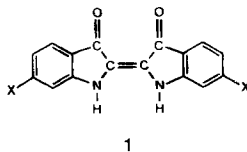
Louis Chardonens

précision, les valeurs σ de l'équation d'*Hammett* pour les substituants étudiés. Pour les cas où de grandes divergences se faisaient jour, les représentations théoriques d'*Ingold* et *Miller*, alors très récentes, permirent d'en apporter l'interprétation.

Un grand nombre de substituants X furent étudiés. A côté des plus simples, tels que les groupes nitro, halogène, alkyle *etc.*, dont on connaissait déjà l'activité pour d'autres réactions, le professeur Chardonnens s'attacha plus particulièrement au groupe acyle et il établit les différences de réactivité entre les dérivés α - et β -naphthoylés. Les travaux sur les systèmes aromatiques condensés, tels la fluorénone, ne lui auraient-ils pas fourni les bases de son activité future?

La conclusion des recherches dans ce domaine concorda avec une extension du corps professoral de l'Institut de Chimie de l'Université, si bien que le professeur Chardonnens se tourna de plus en plus vers les problèmes relevant de la chimie organique préparative. Dommage que les nombreux résultats expérimentaux obtenus jusque là n'aient pas reçu une interprétation globale basée sur les théories modernes.

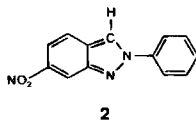
Pour être complets, nous devrions mentionner encore deux «sous-produits» issus de la première période de son activité de chercheur. L'hydrolyse des bases de *Schiff* de la réaction (2) conduit à des nitrobenzaldehydes substitués, lesquels ont pu être facilement transformés en dérivés de l'indigo substitués en position 6,6' (**1**).



Ce chemin de synthèse des colorants indigoïdes reste intéressant, bien qu'il n'ait pas trouvé d'application technique.

La condensation du méthyl-2-nitro-5-azobenzène avec la *p*-nitroso-diméthylaniline ne conduisit pas à l'azométhine attendue. A sa place, on obtint avec de très bons rendements le phényl-2-nitro-6-indazol (**2**).

Cette réaction, de portée générale, conduit à la synthèse de nombreux dérivés de l'indazol.



Les indéno-fluorènes et les bis-indénofluorènes

Puis vinrent les années quarante. La chimie organique de l'après-guerre prit un essor particulier en Suisse. Elle s'efforçait d'élucider la constitution et la structure de substances naturelles et de réussir la synthèse univoque de ces molécules. Cette tendance influença aussi les travaux à l'Ecole de chimie fribourgeoise, enthousiasmant les jeunes chimistes et les poussant, eux aussi, à une formation théorique et préparative. Etait-ce la raison pour laquelle le professeur Chardonnens aurait souhaité isoler le principe caractéristique de l'eau de vie de gentiane et chercher d'en

définir la constitution? Mais bien qu'un chimiste cantonal valaisan, son ami, eût été disposé à fournir la matière de base, un doctorant de l'année 1948 choisit la synthèse pure: la préparation des indéno-fluorènes. Rappelons que ce sujet rejoignait en quelque sorte le domaine des fluorènes que le professeur Chardonnens avait déjà investigué lors de ses travaux mentionnés plus haut.

Les indéno-fluorènes étaient alors peu connus. Seuls, un hydrocarbure fondamental, le dihydro-5,12-indéno[1,2-*a*]fluorène et quelques dérivés méthylés, carboxylés et cétoniques d'autres isomères étaient décrits dans la littérature. Il s'agissait de produits obtenus par diverses transformations chimiques à partir, par exemple, de l'anhydride phtalique et de l'ester acétylacétique. Le professeur Chardonnens s'assigna pour but la synthèse des cinq hydrocarbures fondamentaux en empruntant plusieurs chemins de synthèse indépendants. Il tenait là un excellent sujet lui permettant de réaliser à la fois l'idée qu'il se faisait de l'enseignement et de la recherche en chimie organique et d'enthousiasmer ses jeunes chimistes en les préparant, de la meilleure façon, à leur future carrière professionnelle.

Dans un premier temps, le dihydro-10,12-indéno[2,1-*b*]fluorène fut synthétisé à partir de chalcones et de diesters de l'acide acétonedicarboxylique. Puis vint le dihydro-11,12-indéno[2,1-*a*]fluorène à partir du diphénylbutadiène et de l'anhydride maléique, suivi du dihydro-5,11-indéno[1,2-*b*]fluorène par condensation de 2 mol de cyclohexène et d'1 mol de *p*-xylène après plusieurs étapes intermédiaires. Enfin, en combinant le bis-indène-1,1' et l'anhydride maléique, il fut possible d'obtenir le dihydro-5,8-indéno[2,1-*c*]fluorène. Les cinq hydrocarbures fondamentaux ayant été synthétisés par ces chemins univoques, mais longs et difficiles, on essaya alors d'appliquer d'autres méthodes de synthèse plus simples et plus courantes dans la chimie des fluorènes et des fluorénones.

Les deux problèmes les plus ardues étaient, comme d'ailleurs dans la synthèse des fluorènes, la formation de la liaison biphénylique et la production possible d'un mélange d'isomères lors de la cyclisation créant l'anneau cyclopentanique. On pouvait s'assurer de la position des deux liaisons biphényliques caractéristiques des indéno-fluorènes en partant d'un cycle benzénique médian de structure appropriée. Ce fut le cas pour les synthèses mettant en jeu la chalcone et le diester de l'acide acétonedicarboxylique ou le diphényl-1,4-butadiène respectivement le bis-indène et l'anhydride maléique. Cette univocité de la synthèse fut au début des travaux l'impératif absolu. Pour cela, on utilisa aussi des réactions par lesquelles la fermeture du cycle conduisait à l'indéno-fluorène dont l'anneau benzénique médian était substitué univoquement. Citons, par exemple, la réaction entre 2 mol de cyclohexène et 1 mol de *p*-xylène ou encore celle entre 2 mol de benzène et 1 mol de dichlorure d'acides dibromo-isophtaliques, respectivement dibromo-téréphtaliques appropriés. Les produits de cette dernière réaction éliminaient directement 2 mol d'acide bromhydrique et donnaient lieu à la formation des indéno-fluorènes correspondants. Il était également possible de parvenir au produit souhaité par le chemin analogue à la synthèse du phénanthrène selon *Pschorr*, après substitution des 2 atomes de brome par des groupes aminés. Lorsque l'on partait de composés contenant déjà les deux liaisons biphényliques, la formation du produit cherché se faisait par double cyclisation selon de la réaction de *Friedel-Crafts* intramoléculaire sur les chlorures d'acide.

Les produits de départ nécessaires à cette voie de synthèse furent obtenus par rupture partielle de systèmes condensés, tels le fluoranthène, le truxène et l'isotruxène-nequinone. Puis, grâce à des réactions de cyclisation, on obtenait les indéno-fluorènes désirés. Ces diverses synthèses conduisirent à un grand nombre d'indéno-fluorènes substitués symétriques et asymétriques ainsi qu'à des systèmes plus condensés, tels les bis-indéno-fluorènes et les bis-indéno-anthracènes.

Les bis-indéno-fluorènes sont une classe d'hydrocarbures aromatiques constitués d'une molécule de fluorène flanquée de chaque côté d'une molécule d'indène, soudée au fluorène par son noyau à 5 chaînons. Ces systèmes étaient inconnus avant les travaux du professeur Chardonens. L'étude systématique de cette nouvelle classe de composés offrit un vaste domaine à l'élaboration de prétentieuses synthèses organiques faisant suite à l'étude désormais épuisée des indéno-fluorènes.

L'univocité des solutions à retenir fut, ici encore, le principe directeur des travaux entrepris. D'autant plus que, à cause du grand nombre d'isomères possibles, les points de référence à quelque chose de déjà connu faisaient défaut. En s'appuyant sur les connaissances acquises dans le domaine des indéno-fluorènes, il fut possible d'obtenir tout d'abord le dihydro-13,15-5*H*-bis-indéno[1,2-*a*; 1,2-*h*]fluorène, un hydrocarbure annelé linéaire-angulaire. Par la suite, 7 hydrocarbures fondamentaux sur les 21 isomères théoriquement possibles ainsi que de nombreux dérivés furent synthétisés, tels certains aza-, pyridyl- et benzo-indénofluorènes. Plus tard, grâce à des réactions d'acylation et de formylation de dérivés fluoréniques, la structure de certains composés indéno- et bis-indéno-fluoréniques, pour lesquels quelque doute pouvait encore subsister, put être confirmée. Ces études conduisirent, de manière imprévue, à l'obtention de dérivés morphanthridoniques et acridoniques.

À côté du souci constant d'offrir à ses élèves une formation optimale dans le domaine de la chimie préparative et de la technique du travail de laboratoire, le professeur Chardonens s'efforçait d'éveiller et de promouvoir leur intérêt pour les aspects théoriques de la chimie. Il est indéniable que les divers sujets de recherche choisis par lui s'y prêtaient admirablement. Il s'était agi tout d'abord de rechercher si, dans la série homogène des hydrocarbures fluorène, indéno-fluorène, bis-indéno-fluorène, on pouvait, tout comme pour des systèmes aromatiques purs de la série des acènes et des phènes, déceler un effet d'annélation découlant de leurs structures et se manifestant dans leur réactivité ou leurs spectres d'absorption. Il s'avéra que cet effet existait. On constata que tant l'augmentation des déplacements bathochromes des bandes α et γ que la variation des intensités d'absorption, en passant du premier au troisième terme de la série, était une fonction du genre d'annélation.

Puis, le professeur Chardonens se préoccupa aussi de savoir si ces nouveaux hydrocarbures possédaient des propriétés cancérigènes analogues à celles des hydrocarbures aromatiques simples. Ses hypothèses se vérifièrent exactes.

C'est ainsi que le professeur Chardonens forma scrupuleusement 51 chimistes en leur inculquant l'application judicieuse de la chimie théorique aux problèmes pratiques. Son enseignement peut être résumé par ces quelques mots: «En chimie contrôle chacun de tes pas de façon exhaustive et par tous les moyens à ta disposition afin de t'assurer absolument de l'exactitude de tes conclusions.»

W. Deuschel E. Giovannini Th. Stauner Ch. Vilard H. Zwicky

Bibliographie de Louis Chardonnens

Sur l'aptitude réactionnelle du groupement méthylrique

- 1) Synthèse du 6,6'-dibenzoyl-indigo, *Helv.* 16, 1295 (1933).
- 2) Dérivés de la benzophénone et du benzile, avec J. Venetz, *Helv.* 22, 822 (1939).
- 3) Dérivés de la diphenylsulfone, avec J. Venetz, *Helv.* 22, 853 (1939).
- 4) Dérivés de l'acétophénone et de la chalcone, avec J. Venetz, *Helv.* 22, 1278 (1939).
- 5) Nitro- et dinitro-toluènes, avec P. Heinrich, *Helv.* 22, 1471 (1939).
- 6) Nitro-halogéno-toluènes, avec P. Heinrich, *Helv.* 23, 292 (1940).
- 7) Dérivés de l'azobenzène, avec P. Heinrich, *Helv.* 23, 1399 (1940).
- 8) Formations d'anilides par l'action des nitrosodérivés sur des composés à groupement méthylrique actif, avec P. Heinrich, *Helv.* 27, 321 (1944).
- 9) Aldéhyde 4-méthyl-3-nitro-benzoïque, avec O. Klement, *Helv.* 28, 221 (1945).
- 10) Dérivés du 2-méthyl-azobenzène, avec M. Buchs, *Helv.* 29, 872 (1946).
- 11) Sur l'aptitude réactionnelle du groupement méthylrique chez certains composés aromatiques, *Bull. frib. Sci. nat.* 38, 117 (1947/48).
- 12) Méthyl-9-acridine et nitrosodérivés, avec P. Heinrich, *Helv.* 32, 656 (1949).
- 13) Dérivés de la fluorénone et de la benzophénone, avec C. Perriard, A. Würmli & J.-B. Henzen, *Helv.* 33, 1175 (1950).
- 14) Méthyl-3-nitro-2-fluorénone et p-nitroso-diméthylaniline, avec J.-B. Henzen, *Helv.* 33, 1648 (1950).
- 15) Influence des groupements α - et β -naphtoylés, avec H. Thomann, *Helv.* 39, 1892 (1956).
- 16) Reactivity of methylgroups in some derivatives of m-xylene and toluene, avec W.J. Kramer, *J. Am. chem. Soc.* 79, 4955 (1957).

Sur les dérivés de la fluorénone

- 17) Nitration de la 3-méthyl-fluorénone, avec C. Perriard, *Helv.* 28, 593 (1945).
- 18) La 3,6-diméthyl-fluorénone, avec A. Würmli, *Helv.* 29, 922 (1946).
- 19) Dérivés de la méthyl-3-, de la méthyl-1- et de la diméthyl-1,6-fluorénone, avec H. Lienert, *Helv.* 32, 2340 (1949).
- 20) La diméthyl-1,3-fluorénone, avec A. Würmli, *Helv.* 33, 1338 (1950).
- 21) La diméthyl-2,3 et la triméthyl-2,3,6-fluorénone, avec B. Laroche & G. Gamba, *Helv.* 48, 1800 (1965).
- 22) Les acides bromo-3-fluorénonecarboxylique-2 et bromo-2-fluorénonecarboxylique-3 et la bromo-3-méthyl-4-fluorénone, avec E. Horváth, *Helv.* 56, 3039 (1973).
- 23) Bifluorényles et bifluorénonyles, avec V. De Blasi & A. Rotzetter, *Helv.* 56, 3044 (1973).
- 24) Difluorénonyl-cétones, difluorényl-cétones et difluorényl-méthanés, avec V. De Blasi & J.-L. Barras, *Helv.* 58, 356 (1975).
- 25) La (pyridyl-2)-3-fluorénone, la méthyl-2-(pyridyl-2)-3-fluorénone, avec P. Sunder-Plassmann & Th. Stauner, *Helv.* 62, 657 (1979).

Fluorénacènes et fluorénaphènes. Synthèses dans la série des indéno-fluorènes

- 26) Cis-fluorénacène(indéno-(2',1':2,3)-fluorène) et trans-fluorénaphène(indéno-(1',2':1,2)-fluorène), avec R. Ritter, *Helv.* 38, 393 (1955).
- 27) Dérivés méthylés du cis-fluorénacène(indéno-2',1':2,3-fluorène), avec M. Schmitz, *Helv.* 39, 1981 (1956).
- 28) Amino-11-cis-fluorénacène, avec M. Schmitz & F. Maritz, *Helv.* 41, 1254 (1958).
- 29) Cis-fluorénacène ou indéno-2',1':2,3-fluorène, avec H. Chardonnens, *Helv.* 41, 2109 (1958).
- 30) Méthyl-3-, diméthyl-1,4-, diméthyl-1,3- et triméthyl-1,3,4-cis-fluorénacène, avec J. Rody, *Helv.* 41, 2436 (1958).
- 31) Cis-fluorénacène et trans-fluorénaphène à partir du fluorène, avec J. Rody, *Helv.* 42, 1328 (1959).
- 32) Exo-cis-fluorénaphène, avec H. Chardonnens, *Helv.* 49, 1931 (1966).
- 33) Trans-fluorénacène et dérivés méthylés, avec L. Salamin, *Helv.* 51, 1095 (1968).
- 34) Méthyl-11-dihydro-10,12-indéno[2.1-b]fluorène, avec F. Maritz & Th. Stauner, *Helv.* 51, 1102 (1968).
- 35) Dérivés phénylés du cis-fluorénacène et du trans-fluorénaphène, avec H. Chardonnens, *Helv.* 51, 1998 (1968).

- 36) *Nouvelle synthèse du trans-fluorénacène*, avec L. Avar, *Helv.* 52, 1091 (1969).
- 37) *Méthyl-5-dihydro-10,12-indéno[2,1-b]fluorène*, avec J. Häger, *Helv.* 53, 843 (1970).
- 38) *Méthyl-5-, diméthyl-5,6- et diphenyl-5,6-dihydro-11,12-indéno[2,1-a]fluorène*, avec S. Bitsch, *Helv.* 55, 1345 (1972).
- 39) *Dérivés méthylés du cis-fluorénacène, du trans-fluorénacène et du trans-fluorénaphène*, avec B. Laroche & W. Sieber, *Helv.* 57, 585 (1974).
- 40) *Le diméthyl-5,6-dihydro-7,12-indéno[1,2-a]fluorène*, avec J. Häger, *Helv.* 57, 1472 (1974).
- 41) *Dérivés tétraméthylés du trans-fluorénaphène et du trans-fluorénacène*, avec S. Bitsch & J. Häger, *Helv.* 58, 503 (1975).

Synthèses dans la série des bis-indéno-fluorènes

- 42) *Le dihydro-13,15-5H-bis-indéno[1,2-a;1',2'-h]fluorène*, avec G. Gamba, *Helv.* 49, 997 (1966).
- 43) *Le dihydro-10,15-5H-bis-indéno[1,2-a;2',1'-i]fluorène*, avec W. Hammer, *Helv.* 49, 1850 (1966).
- 44) *Dihydro-14,15-13H-bis-indéno[2,1-a;1',2'-i]fluorène et dihydro-14,15-8H-bis-indéno[2,1-a;2',1'-h]fluorène*, avec W. Hammer, *Helv.* 50, 1435 (1967).
- 45) *Hydroxy-8-dihydro-9,15-7H-bis-indéno[2,1-b;2',1'-g]fluorène*, avec W. Hammer, *Helv.* 51, 2044 (1968).
- 46) *Dihydro-13,15-11H-bis-indéno[2,1-b;1',2'-h]fluorène et dihydro-13,15-5H-bis-indéno[1,2-a;1',2'-h]fluorène*, avec Th. Stauner, *Helv.* 52, 1023 (1969).
- 47) *Dihydro-12,15-6H-bis-indéno[1,2-b;2',1'-h]fluorène et dihydro-14,15-8H-bis-indéno[2,1-a;2',1'-h]fluorène*, avec Th. Stauner & L. Avar, *Helv.* 53, 1311 (1970).
- 48) *Le trioxo-5,12,13-dihydro-12,13-5H-bis-indéno[2,1-a;2',1'-g]-fluorène*, avec T. T. Chen, *Helv.* 55, 1973 (1972).
- 49) *Méthyl-6-dihydro-9,15-7H-bis-indéno[2,1-b;2',1'-g]fluorène*, avec Th. Stauner, *Helv.* 57, 839 (1974).
- 50) *Le dihydro-13,15-7H-bis-indéno[2,1-b;2',1'-h]fluorène et son dérivé méthylé en position 6*, avec J.-L. Barras, *Helv.* 57, 843 (1974).

Sur l'acylation des méthylfluorènes

- 51) *Benzoylation et acétylation du méthyl-1-fluorène*, avec R. Dousse, *Helv.* 50, 321 (1967).
- 52) *Benzoylation et acétylation du méthyl-2-fluorène*, avec R. Dousse, *Helv.* 50, 1406 (1967).
- 53) *Benzoylation et acétylation du méthyl-3-fluorène*, avec R. Dousse, *Helv.* 51, 900 (1968).
- 54) *Benzoylation du méthyl-4-fluorène*, avec R. Dousse & E. Horvath, *Helv.* 53, 1083 (1970).
- 55) *Formylation selon Rieche du méthyl-1-fluorène*, avec F. Noël, *Helv.* 55, 1910 (1972).
- 56) *Formylation du méthyl-2-fluorène et du méthyl-3-fluorène selon Rieche*, avec F. Noël, *Helv.* 56, 280 (1973).

Synthèses dans la série des bis-indéno-anthracènes

- 57) *Le tétraoxo-5,10,15,16-tétrahydro-5,10,15,16-bis-indéno[2,1-a;2',1'-c]anthracène et le dihydro-5,16-bis-indéno[2,1-a;2',1'-c]anthracène*, avec F. Schorderet, L. Salamin & P. Sunder-Plassmann, *Helv.* 53, 2150 (1970).
- 58) *Le dihydro-9,16-bis-indéno[2,1-a;1',2'-c]anthracène*, avec F. Schorderet, *Helv.* 54, 919 (1971).
- 59) *Le dioxo-15,16-dihydro-15,16-bis-indéno[1,2-a;2',1'-c]anthracène et le tétraoxo-5,10,15,16-tétrahydro-5,10,15,16-bis-indéno[1,2-a;2',1'-c]anthracène*, avec F. Schorderet, *Helv.* 55, 1620 (1972).

Sujets divers

- 60) *Essais de synthèse de la dinaphtanthracène-diquinone*, avec H. de Diesbach, *Helv.* 7, 609 (1924).
- 61) *Les dibenzoylxylènes et les dinaphtanthracène-diquinones*, avec H. de Diesbach, *Helv.* 7, 614 (1924).
- 62) *Sur la nitration de la 4-méthyl-diphénylcétone et de la 2,4-diméthyl-diphénylcétone*, *Helv.* 12, 649 (1929).
- 63) *L'hydrogène lourd et l'eau lourde*, *Bull. Soc. frib. Sci. nat.* 33, 33 (1942/43).

- 64) Sur l'acide 4-benzoyl-phthalique, avec *W. Schlapbach*, *Helv.* 29, 1413 (1946).
65) *Albert Burdel*, *Bull. Soc. frib. Sci. nat.* 38, 114 (1947/48).
66) *La recherche et l'enseignement en chimie*, Discours universitaires, Nouvelle série No 12, Librairie de l'Université, Fribourg, 1951.
67) *Jean Tercier*, avec *R. Trümpy*, *Bull. Soc. frib. Sci. nat.* 50, 287 (1960).
68) *Le professeur Henri de Diesbach*, *Chimia* 19, 191 (1965).
69) Sur quelques dérivés de la morphanthridone, avec *G. Gamba*, *Helv.* 49, 287 (1966).
70) Sur l'o-chloro-benzylidène-9-fluorène, avec *W. Hammer & Th. Stauner*, *Helv.* 49, 1723 (1966).
71) *Henri de Diesbach 1880–1970*, *Helv.* 53, 2021 (1970).

Thèses dirigées par le prof. Chardonens

- Venez, Josef*: Über die Reaktionsfähigkeit de Methylgruppe in Benzophenon-, Diphenylsulfon- und Acetophenon-Derivaten (1940).
Caliri, Elias: Recherches sur les relations entre l'adsorption mixte et l'analyse chromatographique (1940).
Heinrich, Peter: Sur l'aptitude réactionnelle du groupement méthylque dans quelques dérivés du toluène et de l'azobenzène (1942).
Vonlanthen, Eduard: Über die Kinetik der Reaktion zwischen aromatischen Nitroverbindungen und sauren Metalljodidlösungen (1942).
Perriard, Charles: Sur l'aptitude réactionnelle du groupement méthylque dans quelques dérivés de la fluorénone (1945).
Schlapbach, Werner: Über die 4-Benzoylphthalsäure (1946).
Thomann, Hans: Über die Reaktionsfähigkeit der Methylgruppe in Derivaten der α - bzw. β -Naphthyl-phenyl-ketone (1947).
Lienert, Hermann: Über Derivate des 1-Methyl-, des 3-Methyl- und des 1,6-Dimethylfluorens (1948).
Diserens, Georges: Sur l'aptitude réactionnelle du groupement méthylque dans quelques méthyl-nitro-chloro-benzophénones (1948).
Pfefferli, Josef: Über die Reaktionsfähigkeit der Methylgruppe in Derivaten des 2-Methyl-azobenzols (1948).
Zwicky, Hans: Über den Substituenteneinfluss einiger Acylgruppen (1949).
Würmli, Albert: Über das 1,3-Dimethyl-fluoren und das 3,6-Dimethyl-fluoren (1949).
Kurth, Edmund: De l'aptitude réactionnelle du groupe méthylque dans certains dérivés du stilbène, du biphenyle et du triphenyl-méthane (1951).
Villard, Charles: De l'aptitude réactionnelle du groupe méthyle dans certains dérivés de la chalcone et de la flavone (1951).
Oberlin, René: Etude de l'influence des groupes nicotyle et coumarilyle sur l'aptitude réactionnelle du groupement méthylque (1952).
Deuschel, Werner: Fluorenacene und Fluorenaphene. Synthesen in der Indeno-fluoreneihe (1952).
Kramer, William: Sur l'aptitude réactionnelle des groupements méthyliques chez quelques dérivés du méta-xylène (1953).
Hirt, Emil: Über die Aktivität der Methylgruppe in Benzil- und Phenanthrenchinon-Derivaten (1954).
Kalberer, Franz: Über den Einfluss von Substituenten auf nucleophile Reaktionen am aromatischen Kern (1954).
Aebi, Johannes: Über die Bildung von Azomethinen und Aniliden durch die Einwirkung von Nitrosoderivaten auf Verbindungen mit aktiven Methylgruppen (1954).
Dreyer, Paul: Etude de l'influence des groupements N-phényl-azométhinique, C-phényl-azométhinique, anilinoformyle et benzoylamino sur l'aptitude réactionnelle du groupement méthylque (1955).
Stern, Alfred: Über die Nitrierung des 2-Phényl-indazols (1956).
Schmitz, Matthias: Untersuchungen im Gebiete der Indeno-fluorene (1956).
Nicolet, René: Sur la décarbonylation de quelques acides benzoylformiques para-substitués (1956).
Buchs, Max: Über einige Derivate des 2-Phényl-indazols (1957).
Henzen, Baptist: Über die Reaktionsfähigkeit der Methylgruppe in einigen Fluorenon- und Benzophenon-Derivaten (1957).

- Ritter, René*: Über Synthesen in der Indenofluoren-Reihe (1957).
Robl, Peter: Versuche zur Synthese von Dibenz-fluorenacenen (1958).
Rody, Jean-Sébastien: Contribution à l'étude de synthèses dans la série des indéno-fluorènes (1958).
von Burg, Rudolf: Über die Kinetik der Reaktion zwischen Trinitroanisol und N,N-Dimethylanilin-derivaten (1958).
Maritz, Friedrich: Untersuchungen im Gebiete des *cis*-Fluorenacens (1959).
Chardonnens, Henri: Contribution à l'étude de synthèses dans la série des indéno-fluorènes (1959).
Häger, Josef: Synthesen und Untersuchungen im Gebiete des *trans*-Fluorenaphens (1960).
Sieber, Willy: Über Synthesen in der Reihe der Indeno-fluorene (1960).
Gamba, Giacomo: Sur quelques dérivés de la morphanthridone et sur la synthèse d'un bis-indéno-fluorène (1960).
Bitsch, Serge: Synthèses dans le domaine de l'endo-*cis*-fluorénaphène et du *trans*-fluorénacène (1961).
Sunder-Plassmann, Paul: Beitrag zur Synthese von Aza-indeno-fluorenen (1962).
Näf, Adolf: Über Benzofluorene und Versuche zur Darstellung von Benz-indeno-fluorenen (1962).
Hammer, Wolfgang: Synthesen im Gebiete der Bis-indeno-fluorene (1963).
Laroche, Bernard: Sur la synthèse des dérivés ortho-diméthyles de quelques indéno-fluorènes (1964).
Chen, Te Tseng: Über Synthesen in der Reihe der Bis-indeno-fluorene (1964).
Metz, Alfons: Über die Synthesen der Phenyl-fluorene und einiger Pyridyl-fluorene (1965).
Stauner, Thomas: Synthesen einiger Bis-indeno-fluorene (1965).
Dousse, Roland: Sur l'acylation des dérivés monométhyles du fluorène (1966).
Brünisholz, Jean-Marc: Sur certains dérivés diméthoxyles d'une indéno-morphanthridone, d'une indéno-acridone et de la *trans*-fluorénaphène-dione (1966).
Avar, Lajos: Synthesen auf dem Gebiete der Indeno- und Bis-indeno-fluorene (1968).
Horvath, Ernő: Sur la synthèse d'acides fluorénone-ortho-bromo-carboxyliques (1968).
Noël, François: Sur la formylation du méthyl-1-fluorène, du méthyl-2-fluorène et du méthyl-3-fluorène (1971).
De Blasi, Vito: Sur la synthèse de quelques bifluorényles et difluorénylméthanés (1971).
Barras, Jean-Luc: Synthèse dans la série des bis-indéno-fluorènes (1971).
Schorderet, François: Synthèses dans la série des bis-indéno-anthracènes (1973).