

Diméthyl-1,3-dihydro-6,12-indéno[1,2-*b*]fluorène (XXIII*a*). Rdt 88%. Aiguilles incolores, F. 238–239°.

C₂₂H₁₈ (282,39) Calc. C 93,58 H 6,42% Tr. C 93,53 H 6,58%

Diméthyl-1,4-dihydro-6,12-indéno[1,2-*b*]fluorène (XXIV*a*). Rdt 99%. Feuilletts incolores, F. 218–219°.

C₂₂H₁₈ (282,39) Calc. C 93,58 H 6,42% Tr. C 93,71 H 6,35%

Triméthyl-1,3,4-dihydro-6,12-indéno[1,2-*b*]fluorène (XXV*a*). Rdt 98%. Feuilletts incolores, F. 257–258°.

C₂₅H₂₀ (296,42) Calc. C 93,20 H 6,80% Tr. C 93,10 H 7,00%

Le présent travail a bénéficié du soutien du FONDS NATIONAL SUISSE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE (projets 858 et 1641), que nous remercions de l'aide qu'il nous a accordée.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] X^{me} communication: L. CHARDONNENS & H. CHARDONNENS, *Helv.* **49**, 1931 (1966).
 [2] W. DEUSCHEL, *Helv.* **34**, 168 (1951).
 [3] W. DEUSCHEL, *Helv.* **34**, 2403 (1951).
 [4] F. EBEL & W. DEUSCHEL, *Chem. Ber.* **89**, 2794 (1956).
 [5] D. A. KINSLEY & S. G. P. PLANT, *J. chem. Soc.* **1958**, 1.
 [6] O. M. BEHR, G. EGLINTON, A. R. GALBRAITH & R. A. RAPHAËL, *J. chem. Soc.* **1960**, 3614.
 [7] W. PERRIG, thèse Fribourg 1924; M. SCHMITZ, thèse Fribourg 1956.
 [8] L. CHARDONNENS & R. RITTER, *Helv.* **38**, 393 (1955).
 [9] L. CHARDONNENS & M. SCHMITZ, *Helv.* **39**, 1981 (1956); L. CHARDONNENS & J. RODY, *Helv.* **41**, 2436 (1958).
 [10] L. CHARDONNENS & J. RODY, *Helv.* **42**, 1328 (1959).
 [11] A. ECKERT & F. SEIDEL, *J. prakt. Chem.* [2] **702**, 358 (1921).

123. Fluorénacènes et fluorénaphènes

Synthèses dans la série des indéno-fluorènes XII [1]

Méthyl-11-dihydro-10,12-indéno [2,1-*b*] fluorène

par Louis Chardonrens, Fritz Maritz et Thomas Stauner

Institut de chimie inorganique et analytique de l'Université de Fribourg

(14 V 68)

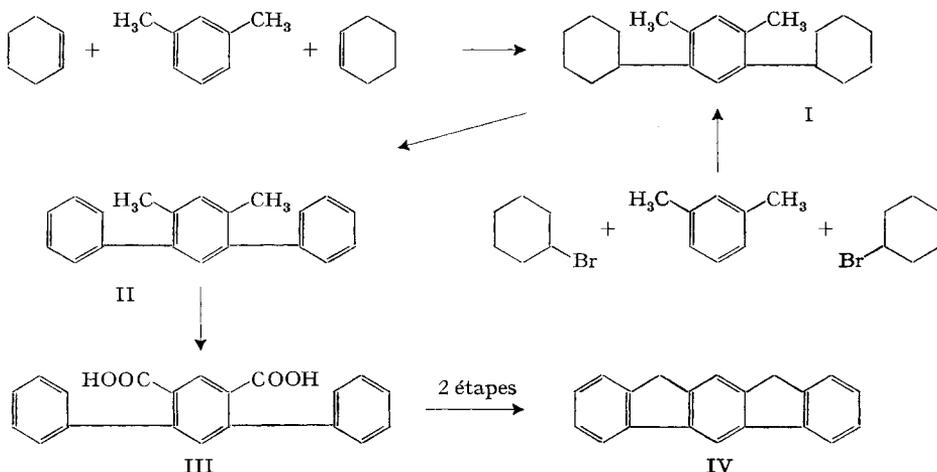
Résumé. La bis-cyclohexylation du *m*-xylène selon FRIEDEL-CRAFTS se fait, pour une bonne part, dans les positions 4 et 6; l'aromatization du produit obtenu donne en effet le diphényl-4,6-xylène-1,3 connu. La bis-cyclohexylation de l'hémimellitène se fait de même, du moins en partie, en 4 et 6; une série de transformations (aromatization, oxydation, cyclisation et réduction) conduit au méthyl-11-dihydro-10,12-indéno [2,1-*b*] fluorène ou isophtalacène d'ERRERA.

La synthèse du dihydro-6,12-indéno [1,2-*b*] fluorène (*trans*-fluorénacène en nomenclature abrégée [2]) indiquée par DEUSCHEL [3] a son départ dans la bis-cyclohexylation du *p*-xylène, qui se fait dans les positions 2 et 5 de cet hydrocarbure. La bis-cyclohexylation d'autres homologues du benzène pouvait conduire à la synthèse d'autres indéno-fluorènes.

Nous avons tout d'abord condensé, en milieu cyclohexanique au moyen de chlorure d'aluminium, le cyclohexène avec le *m*-xylène dans le rapport moléculaire 2 à 1.

La réaction conduit à un mélange d'où l'on tire, par distillation fractionnée sous pression réduite, à côté d'un composant liquide, un produit bien défini cristallisant au refroidissement, de F. 107–108°, qui est le dicyclohexyl-4,6-xylène-1,3 (I). Le rendement en produit pur atteint près de 46% de la théorie. La preuve de sa constitution est fournie par son aromatisation qui donne, presque quantitativement, le diphenyl-4,6-xylène-1,3 (II) déjà connu [4]. L'oxydation de II donne l'acide diphenyl-4,6-isophthalique (III), connu aussi, et la cyclisation de celui-ci, suivie de réduction, conduit finalement au dihydro-10,12-indéno[2,1-b]fluorène (IV) (*cis*-fluorénacène en nomenclature abrégée [2]), déjà synthétisé d'autres manières [2] [5] [4].

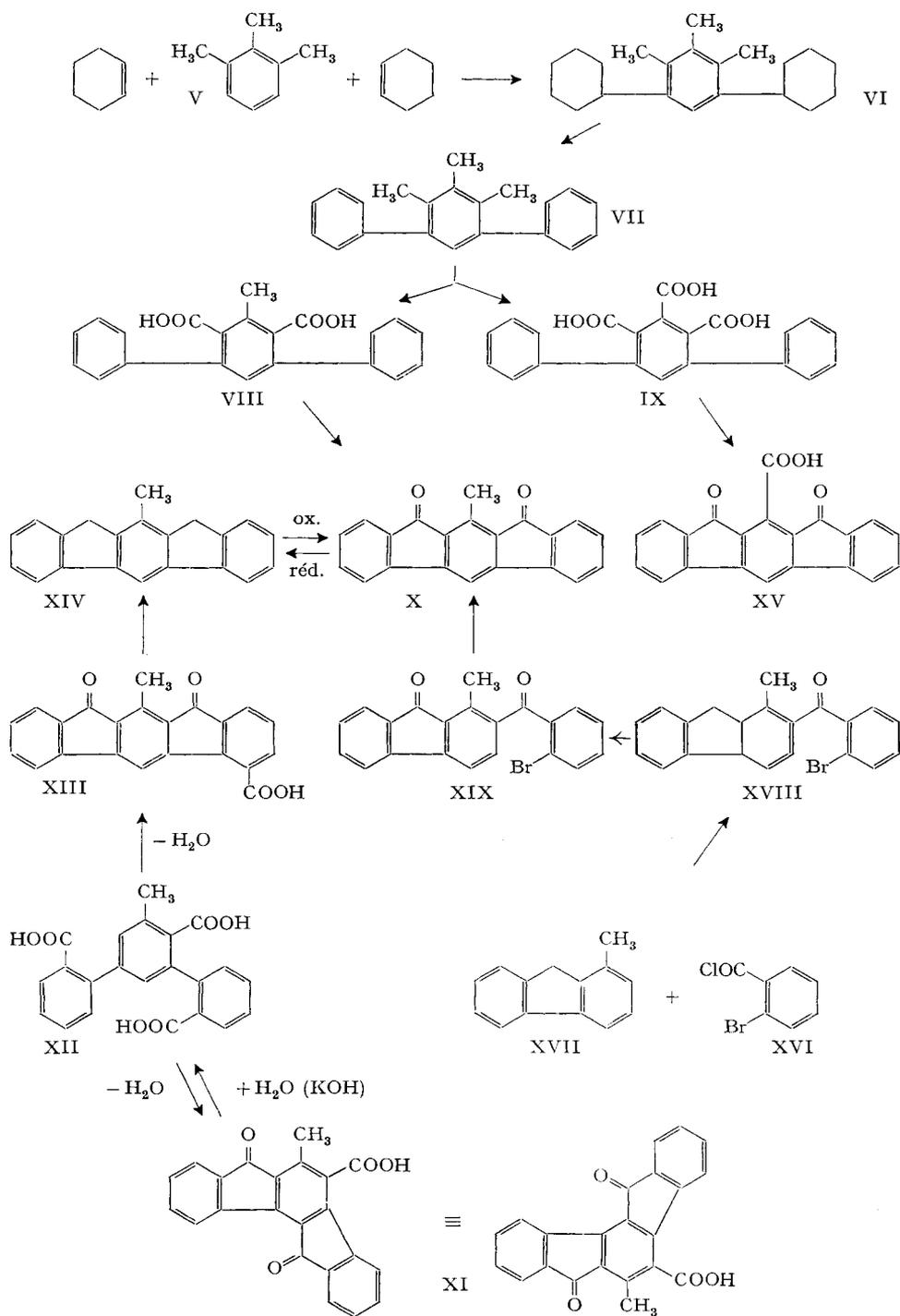
Le composant liquide du produit brut de la condensation du cyclohexène sur le *m*-xylène, Eb. 135–145°/12 Torr, n'est pas homogène. Il contient toutefois du cyclohexyl-4-xylène-1,3 résultant d'une monocondensation, car, traité en milieu de cyclohexane par le cyclohexène et le chlorure d'aluminium, il fournit encore une quantité notable de I. Ce dernier se forme aussi, en petite quantité et comme produit secondaire, si l'on condense, selon BATTEGAY et KAPPELER [6], le bromure de cyclohexyle avec le *m*-xylène au moyen de chlorure d'aluminium. Ces auteurs ne se prononcent pas sur la constitution de ce produit secondaire, mais par recristallisations répétées dans l'acétone de ce corps de F. 104°, obtenu selon leurs indications, on atteint un F. constant à 108°; l'identité de ce produit avec I a été établie par les critères usuels.



La double cyclohexylation du *m*-xylène au moyen de chlorure d'aluminium se faisant en grande partie en positions 4 et 6, on pouvait s'attendre à ce que celle du triméthyl-1,2,3-benzène (hémimellitène) se fit, du moins pour une part, dans ces mêmes positions. On sait toutefois que diverses substitutions du triméthyl-1,2,3-benzène affectent les positions 4 et 5: la nitration, p. ex., conduit au dinitro-4,5-triméthyl-1,2,3-benzène [7]; l'acétylation selon FRIEDEL-CRAFTS fournit principalement le dérivé acétylé en 5 et comme produit secondaire l'acétyl-4-triméthyl-1,2,3-benzène [8]; lors de la succinoylation la substitution se fait de même dans les deux positions [9]; la chlorométhylation, enfin, conduirait surtout au dérivé substitué en 4 [10]. Les résultats que nous avons obtenus en faisant réagir le cyclohexène sur le triméthyl-1,2,3-

benzène (V) dans le rapport moléculaire 2 à 1 montrent que la double cyclohexylation se fait en partie dans les positions attendues 4 et 6. En effet, la distillation fractionnée sous 12 Torr du produit brut de la réaction fournit une première fraction liquide passant entre 145° et 165°, et une seconde distillant à 210–220° et se solidifiant au refroidissement. De la fraction liquide, partie principale, on isole par rectifications répétées sous vide un composé paraissant homogène dont l'analyse correspond à un dérivé mono-cyclohexylé du triméthyl-1,2,3-benzène. Sa constitution n'a pas été établie. La fraction cristallisée, dûment purifiée, de F. 133–134°, se révèle à l'analyse être un triméthyl-dicyclohexyl-benzène; le rendement n'est que de 16 à 19% de la théorie. Nous basant sur les transformations ultérieures, nous lui attribuons la constitution du triméthyl-1,2,3-dicyclohexyl-4,6-benzène (VI). Si cette supposition est exacte, son aromatisation donne le triméthyl-1,2,3-diphényl-4,6-benzène (VII). L'oxydation de ce dernier fournit un mélange d'acides que nous n'avons pu séparer et qui, traité par l'acide sulfurique concentré au bain-marie, donne par cyclisation deux produits définis: l'un est soluble dans l'alcali très dilué, l'autre, insoluble. Ce dernier, purifié par sublimation et cristallisation, se présente en aiguilles jaune d'or, F. 355–356° et n'est autre que le méthyl-11-dioxo-10,12-dihydro-10,12-indéno[2,1-b]fluorène (X), déjà obtenu par ERRERA [11] et appelé par lui isophthalacone. L'analyse ainsi que les propriétés (F., couleur, solubilité) établissent leur identité. ERRERA est parti de l'acide phtalacone-carboxylique (XI) de GABRIEL [12] (acide méthyl-6-dioxo-7,12-dihydro-7,12-indéno[1,2-a]fluorène-carboxylique-5); une fusion alcaline fournit l'acide méthyl-2-bis-(*o*-carboxyphényl)-4,6-benzoïque (XII) qui, traité par l'acide sulfurique concentré, redonne par cyclisation en majeure partie XI et, à côté de XI, l'acide méthyl-11-dioxo-10,12-dihydro-10,12-indéno[2,1-b]fluorène-carboxylique-4 (XIII) isomère; celui-ci par réduction accompagnée de décarboxylation donne l'hydrocarbure XIV (isophthalacène), dont l'oxydation au dichromate fournit finalement la dicétone X. La réduction de X suivant WOLFF-KISHNER donne le méthyl-11-dihydro-10,12-indéno[2,1-b]fluorène (XIV), dont le spectre UV. est à peu près le même que celui de l'hydrocarbure fondamental IV. L'identité de XIV avec l'isophthalacène d'ERRERA est établie par les mêmes critères que pour X. La dicétone X n'a pu se former, dans le chemin que nous avons suivi, qu'à partir de l'acide méthyl-2-diphényl-4,6-isophthalique (VIII), et celui-ci, que par oxydation partielle du triméthyl-1,2,3-diphényl-4,6-benzène (VII) dont la constitution est ainsi prouvée – ce qui assure le bien-fondé de la supposition faite pour VI. Quant à la partie, soluble dans l'alcali dilué, du produit de la cyclisation du mélange d'acides mentionné plus haut, son analyse correspond à un carboxy-dioxo-dihydro-indénofluorène. Nous lui attribuons la constitution de l'acide dioxo-10,12-dihydro-10,12-indéno[2,1-b]fluorène-carboxylique-11 (XV); il s'est formé par cyclisation de l'acide diphényl-4,6-benzène-tricarboxylique-1,2,3 (IX), contenu, à côté de VIII, dans le produit brut de l'oxydation de VII.

Ce qui précède est appuyé par une synthèse indépendante de X et de XIV. Il a été montré récemment [13] que la benzoylation du méthyl-1-fluorène selon FRIEDEL-CRAFTS conduit au dérivé benzoylé en 2. La condensation du chlorure de l'acide bromo-2-benzoïque (XVI) sur le méthyl-1-fluorène (XVII) devait donc conduire au méthyl-1-(*o*-bromobenzoyl)-2-fluorène (XVIII); le produit n'a pu être cristallisé, mais son oxydation donne la méthyl-1-(*o*-bromobenzoyl)-2-fluorénone (XIX) dont la cyclisation en autoclave par déshydrobromuration [14] fournit le méthyl-11-dioxo-10,12-



dihydro-10,12-indéno [2,1-b] fluorène (X) ou isophthalacone d'ERRERA [11]. L'identité de la dicétoène ainsi synthétisée et de celle obtenue comme il est indiqué plus haut est établie suivant les critères habituels. Les hydrocarbures qui en dérivent par réduction sont aussi identiques comme le montrent le F., le F. du mélange et le spectre d'absorption UV.

Partie expérimentale

Les F., pris à l'appareil TOTTOLI, sont, sauf indication contraire, corrigés. Les analyses ont été faites par le Dr K. EDER, laboratoire microchimique de l'École de Chimie, Université de Genève.

Dicyclohexyl-4,6-xylène-1,3 (I). Dans le mélange de 31,8 g (0,3 mole) de *m*-xylène et de 60 ml de cyclohexane on met en suspension 44 g (0,33 mole) de AlCl_3 pulvérisé et introduit goutte à goutte, à 0–5°, sous forte agitation, 49,2 g (0,6 mole) de cyclohexène. Après 24 h d'agitation à la même température on traite à 5–10° par le mélange de 200 ml de méthanol et de 50 ml de HCl conc. La phase organique, diluée par un volume égal d'éther, est séchée sur CaCl_2 . On distille au bain d'huile, à la pression ordinaire, l'éther, le cyclohexane et les produits de départ qui n'ont pas réagi et, lorsque la température du bain atteint 150°, on abaisse la pression à 12 Torr. A 135–145° passe une première fraction qui reste liquide et à 205–215°, une seconde fraction qui se solidifie bientôt et que l'on cristallise dans l'acétone: 37 g (45,6%). Feuilletts incolores, F. 107–108°.

$\text{C}_{20}\text{H}_{30}$ (270,46) Calc. C 88,82 H 11,18% Tr. C 88,86 H 11,11%

Diphényl-4,6-xylène-1,3 (II). On chauffe à 290–320°, jusqu'à cessation du dégagement d'hydrogène, 2,7 g de I avec 0,8 g de carbone palladié à 10%. La masse refroidie est reprise à l'éther, la solution, filtrée, le solvant, distillé et le résidu, cristallisé 3 fois dans l'alcool: 2,4 g (93%). Feuilletts incolores, F. 65,5–67° (lit. [4]: même F.).

$\text{C}_{26}\text{H}_{18}$ (258,36) Calc. C 92,98 H 7,02% Tr. C 93,20 H 6,95%

Triméthyl-1,2,3-dicyclohexyl-4,6-benzène (VI). Nous devons le triméthyl-1,2,3-benzène ou hémimellitène (V) pur de départ à la bienveillante générosité du professeur Dr K. ZIEGLER, directeur du Max-Planck-Institut für Kohlenforschung, Mülheim-Ruhr, que nous remercions, ici aussi, de son amabilité. – On introduit dans l'espace de 5 à 6 h, à la température ordinaire et tout en agitant, 49,2 g (0,6 mole) de cyclohexène dans le mélange de 36 g (0,3 mole) d'hémimellitène, 60 ml de cyclohexane et 6 g (0,045 mole) de AlCl_3 pulvérisé, continue d'agiter 12 h et chauffe finalement 2 h à 50°. Le mélange est traité ensuite au méthanol, HCl conc. et éther comme pour la préparation de I. Après distillation de l'éther et du cyclohexane à la pression ordinaire, on élève la température du bain à 175–180° afin d'éliminer les produits de départ qui n'ont pas réagi, abaisse la pression à 12 Torr et chauffe derechef: après une première fraction, liquide, passant entre 145° et 165° (dont la nature n'a pu être établie) une seconde fraction passe à 210–220° et cristallise aussitôt (14–16 g); du résidu on ne tire rien de défini. Par cristallisations dans l'alcool la seconde fraction fournit des aiguilles incolores de VI, F. 133–134°.

$\text{C}_{21}\text{H}_{32}$ (284,49) Calc. C 88,66 H 11,34% Tr. C 88,83 H 11,26%

Triméthyl-1,2,3-diphényl-4,6-benzène (VII): On chauffe 1 h à 280–320° le mélange de 14 g de VI et de 4,2 g de carbone palladié à 10%. Il se dégage à peu près la quantité théorique d'hydrogène. La masse refroidie est reprise à l'éther, la solution est filtrée, le solvant, évaporé et le résidu, cristallisé dans l'alcool: 11,7 g (87%). Aiguilles incolores, F. 72–73°.

$\text{C}_{21}\text{H}_{20}$ (272,39) Calc. C 92,60 H 7,40% Tr. C 92,74 H 7,33%

Oxydation de VII. On dissout 5,5 g de VII dans 100 ml de pyridine pure, stable à l'oxydation, ajoute 15 ml d'eau, chauffe au bain-marie et introduit, sous agitation, 10 g de KMnO_4 pulvérisé. L'oxydant consommé, on ajoute encore 4 portions de 10 g de KMnO_4 et, chaque fois, 20 ml d'eau. Le précipité de MnO_2 est essoré, lavé à chaud par le mélange pyridine-eau, et le filtrat, évaporé à sec. Le résidu est repris par l'eau et la solution, traitée au noir animal, est acidulée au congo par HCl dil. Le précipité incolore est cristallisé dans CH_3COOH : 5,7 g. Le produit est un mélange d'acides que l'on ne réussit pas à séparer, F. (déc.) 300–350°. On l'utilise comme tel pour l'opération suivante.

Méthyl-11-dioxo-10,12-dihydro-10,12-indéno [2,1-b]fluorène (X). On introduit par petites portions 2 g du mélange obtenu ci-dessus dans 300 ml de H_2SO_4 conc., agite jusqu'à dissolution et

chauffe $\frac{1}{2}$ h au bain-marie. Après refroidissement, on verse dans 500 ml d'eau glacée, essore le précipité, le lave à l'eau chaude et le traite par 2 l de NaOH très diluée (env. 0,03%) à l'ébullition. Une partie du produit se dissout. Le résidu est essoré, lavé à l'eau et séché: 0,3–0,6 g. Par cristallisation dans la pyridine, sublimation à 250° sous 0,01 Torr et recristallisation dans la pyridine on obtient des aiguilles jaune d'or, F. 355–356° (non corr.), très peu solubles dans l'alcool, davantage dans le xylène, facilement dans le nitrobenzène, l'aniline et la pyridine (lit. [11]: mêmes propriétés). Le produit se dissout en vert-olive dans H₂SO₄ conc.

C₂₁H₁₂O₂ (296,33) Calc. C 85,12 H 4,08% Tr. C 85,23 H 3,93%

L'acide dioxo-10, 12-dihydro-10, 12-indéno [2, 1-b]fluorène-carboxylique-11 (XV) se trouve dans l'extrait alcalin du produit brut de l'opération précédente. On l'en précipite par acidulation (1,3 à 1 g) et le cristallise dans l'alcool. Aiguilles jaunes, devenant orangées par chauffage à 110°, F. 350–351° (déc.) (non corr.), solubles dans NaOH très diluée.

C₂₁H₁₀O₄ (326,31) Calc. C 77,30 H 3,09% Tr. C 77,39 H 3,23%

Méthyl-11-dihydro-10, 12-indéno [2, 1-b]fluorène (XIV). On chauffe 4 h à reflux le mélange de 0,24 g de X, 20 ml de diéthylèneglycol pur, 0,5 g de Na et 1 ml de N₂H₄.H₂O. La solution, d'abord foncée, devient jaune clair. On la verse dans 300 ml de HCl dil. et laisse reposer plusieurs heures. Le précipité incolore est essoré, lavé et séché: 205 mg (94%). On le recristallise dans le mélange alcool-benzène (2:1): aiguilles presque incolores, F. 224° (lit. [11]: F. 222°), solubles en lilas dans H₂SO₄ conc. Spectre d'absorption UV. (cyclohexane, 2 · 10⁻⁵M, λ en nm, log ε entre parenthèses, ε = épaulement): maximums: 250e (4,66), 259 (4,75), 278 (4,36), 300 (3,80), 306 (3,91), 313 (4,16), 320 (4,09), 331 (4,35); minimums: 234 (4,09), 276 (4,35), 295 (3,64), 302 (3,77), 308 (3,89), 317 (3,95), 323 (3,92). A titre de comparaison nous avons relevé le spectre UV. de l'hydrocarbure non substitué IV, préparé selon [4]: maximums: 250e (4,68), 257 (4,76), 275 (4,34), 294e (3,72), 300 (3,87), 307 (4,00), 314 (4,23), 321 (4,21), 329 (4,42); minimums: 233 (4,20), 274 (4,33), 290 (3,69), 302 (3,86), 309 (3,95), 318 (4,06), 324 (4,00). On constate que les deux spectres sont presque identiques.

C₂₁H₁₆ (268,36) Calc. C 93,99 H 6,01% Tr. C 94,07 H 6,11%

Méthyl-1-(o-bromobenzoyl)-2-fluorénone (XIX). Dans un ballon tricol avec agitateur et réfrigérant à reflux, on dissout 5 g de méthyl-1-fluorène [13] dans la solution de 6,3 g de chlorure de l'acide o-bromobenzoïque dans 100 ml de CS₂, ajoute une goutte de diméthylformamide, chauffe à reflux, introduit par petites portions dans l'espace d'une heure 5,8 g de AlCl₃ pulvérisé et poursuit chauffage et agitation durant 4 h. Le traitement ultérieur se fait comme d'habitude. Le produit de réaction, pâteux, est repris à l'éther, la solution étherée, lavée avec NaOH à 2%, puis à l'eau, séchée sur Na₂SO₄, et le solvant, évaporé. On obtient 6,8 g d'un produit incolore incristallisable. On le dissout dans 90 ml de CH₃COOH, chauffe à l'ébullition, ajoute par portions 13,5 g de Na₂Cr₂O₇, 2 H₂O et chauffe encore 3 h à reflux. Le produit de réaction, qui cristallise au refroidissement, est essoré, lavé et séché: 6,6 g (63%, rapporté au méthylfluorène mis en œuvre). On purifie le produit par filtrage de sa solution benzénique sur Al₂O₃, évaporation de l'éluat et cristallisation du résidu dans le mélange alcool-benzène (2:1). Feuilletts jaunes, F. 149–151°.

C₂₁H₁₃BrO₂ (377,24) Calc. C 66,86 H 3,47 Br 21,18% Tr. C 66,92 H 3,49 Br 21,30%

Si l'on chauffe dans un autoclave rotatif, en éprouvette de fer, 6 h à 220–230° le mélange de 2 g de XIX, 1 g de NaOH, 5 ml d'eau et 7 ml de quinoléine, on obtient, après traitement avec HCl dil., une huile brune dont une partie se dissout dans NaOH à 2%. L'insoluble, solide, est sublimé à 210° sous 0,01 Torr: 0,74 g (47%). On cristallise encore dans la pyridine. Aiguilles jaune d'or, F. 355–357° (non corr.), solubles en vert-olive dans H₂SO₄ conc. Le produit est identique (F. et F. du mélange) à celui (X) qui a été décrit plus haut. Sa réduction selon WOLFF-KISHNER donne l'hydrocarbure XIV: F. et F. du mélange, analyse et spectre UV. assurent l'identité.

Ce travail a bénéficié de l'aide du FONDS NATIONAL SUISSE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE, auquel nous exprimons notre gratitude.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] XI^e communication: L.CHARDONNENS & L.SALAMIN, *Helv. 51*, 1095 (1968).
 [2] W.DEUSCHEL, *Helv. 34*, 168 (1951).
 [3] W.DEUSCHEL, *Helv. 34*, 2403 (1951); F.EBEL & W.DEUSCHEL, *Chem. Ber. 89*, 2794 (1956).

- [4] L. CHARDONNENS & H. CHARDONNENS, *Helv.* **41**, 2109 (1958).
 [5] L. CHARDONNENS & R. RITTER, *Helv.* **38**, 393 (1955).
 [6] M. BATTEGAY & M. KAPPELER, *Bull. Soc. chim. France* [4] **35**, 990 (note 2) (1924).
 [7] N. P. BUU-HOI, P. JACQUIGNON & O. ROUSSEL, *C. r. hebd. Séances Acad. Sci.* **257**, 4193 (1963).
 [8] N. P. BUU-HOI, P. JACQUIGNON & O. ROUSSEL, *Bull. Soc. chim. France* **1965**, 322.
 [9] N. P. BUU-HOI, G. SAINT-RUF & M. DUFOUR, *J. chem. Soc.* **1964**, 5433.
 [10] G. S. MIRONOV, M. I. FARBEROV, V. D. SHEIN & I. I. BESLAPOVA, *Chem. Abstr.* **65**, 10687, No 115198 (1967).
 [11] G. ERRERA, *Gazz. chim. ital.* **38**, II, 588 (1908).
 [12] S. GABRIEL, *Ber. deutsch. chem. Ges.* **17**, 1389 (1884).
 [13] L. CHARDONNENS & R. DOUSSE, *Helv.* **50**, 321 (1967).
 [14] L. CHARDONNENS & J. RODY, *Helv.* **42**, 1328 (1959).

124. Modifikationen von Antibiotika

2. Mitteilung [1]

Über die Darstellung von 7-Amino-cephalosporansäure

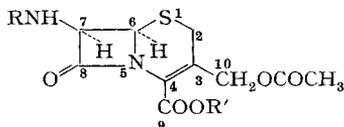
von B. Fechtig, H. Peter, H. Bickel und E. Vischer

Chemische Forschungslaboratorien des Departements Pharmazetika
 der CIBA AKTIENGESELLSCHAFT, Basel

(14. V. 68)

Summary. 7-Aminocephalosporanic acid or esters thereof are prepared either by intramolecular aminolysis of esters of the antibiotic cephalosporin C or *via* imino-ethers derived from the latter. A simple procedure for the preparation of 7-aminocephalosporanic acid in high yield is described.

7-Aminocephalosporansäure (1) hat neuerdings als Ausgangsmaterial für die Herstellung antibakterieller Wirkstoffe praktische Bedeutung erlangt [2]. Ihre N-Acylderivate, die semisynthetischen Cephalosporine, zeichnen sich im allgemeinen



	R	R'
1	H-	H-
	2' 1' 3' 4' 5' 6'	
2	H ₂ N·CH[COOH]CH ₂ CH ₂ CH ₂ CO-	Na-
3	(CH ₃) ₃ C·O·CONH·CH[COOH]CH ₂ CH ₂ CH ₂ CO-	H-
4	(CH ₃) ₃ C·O·CONH·CH[COOCH ₂ C ₆ H ₅]CH ₂ CH ₂ CH ₂ CO-	C ₆ H ₅ CH ₂ -
5	H ₂ N·CH[COOCH ₂ C ₆ H ₅]CH ₂ CH ₂ CH ₂ CO-	C ₆ H ₅ CH ₂ -
6	H-	C ₆ H ₅ CH ₂ -
7	ClCH ₂ CH ₂ NHCO-	C ₆ H ₅ CH ₂ -
8	H ₂ N·CH[COOCH(C ₆ H ₅) ₂]CH ₂ CH ₂ CH ₂ CO-	(C ₆ H ₅) ₂ CH-
9	H-	(C ₆ H ₅) ₂ CH-
10	<i>o</i> -C ₆ H ₄ (CO) ₂ N·CH[COOH]CH ₂ CH ₂ CH ₂ CO-	H-
11	<i>o</i> -C ₆ H ₄ (CO) ₂ N·CH[COOCH(C ₆ H ₅) ₂]CH ₂ CH ₂ CH ₂ CO-	(C ₆ H ₅) ₂ CH-
12	<i>o</i> -C ₆ H ₄ (CO) ₂ N·CH[COOH]CH ₂ CH ₂ CH ₂ CO-	(C ₆ H ₅) ₂ CH-
13	<i>o</i> -C ₆ H ₄ (CO) ₂ N·CH[COOCH ₃]CH ₂ CH ₂ CH ₂ CO-	(C ₆ H ₅) ₂ CH-