

ALCALOÏDES DES FEUILLES DE *VOACANGA THOUARSI**

YVES ROLLAND, GUY CROQUELOIS, NICOLE KUNESCH, PIERRE BOITEAU†, MAURICE DEBRAY‡,
JACQUES PECHER§ et JACQUES POISSON

Faculté des Sciences Pharmaceutiques et Biologiques de l'Université de Paris-Sud, Rue J. B. Clement,
92290 Chatenay-Malabry, France

(Reçu le 5 février 1973 Accepté le 1 mars 1973)

Key Word Index—*Voacanga thouarsii*, Apocynaceae, vobtusine, bis-indole alkaloids.

Abstract—Leaves of *Voacanga thouarsii* Roem et Schult yielded 3 indole alkaloids (ibogaïne, voacangine, voacristine) and 12 'bis-indole' alkaloids. Three of the latter are known (vobtusine, vobtusinelactone and subsessiline) and nine are new.

Résumé—Des feuilles de *Voacanga thouarsii* Roem et Schult ont été isolés 3 alcaloïdes indoliques (ibogaïne, voacangine, voacristine) et 12 alcaloïdes 'bis-indoliques' dont trois déjà connus (vobtusine, vobtusinelactone et subsessiline) et neuf nouveaux (bases A à I).

INTRODUCTION

LA COMPOSITION en alcaloïdes des Apocynacées du genre *Voacanga* a fait l'objet de divers travaux depuis 1954¹. Parmi les espèces accessibles, figure *Voacanga thouarsii* Roem et Schult,² répandue dans toute l'Afrique tropicale ainsi qu'à Madagascar, et dont les écorces avaient donné lieu en 1955 à une première investigation².

La récolte de divers échantillons effectuée ces dernières années (voir Expérimentale) nous a permis d'en reprendre l'étude. Celle-ci a porté sur les écorces de tronc, les racines, les feuilles et les fruits. Les résultats obtenus sur les troncs, racines et graines ont été rapportés dans une communication antérieure³. Ils ont montré une bonne similitude de composition avec celle de l'espèce voisine *V. africana*, en accord avec un travail plus complet effectué par l'équipe de l'un de nous⁵ sur des écorces de tronc en provenance du Congo.

L'objet du présent mémoire concerne l'étude des feuilles de *Voacanga thouarsii*. Il décrit l'isolement de trois bases 'monoindoliques' de structure déjà connue (ibogaïne, voacangine, voacristine) et de douze bases 'bisindoliques' dont neuf sont nouvelles, les trois autres ayant été identifiées à la vobtusine,^{6,7} la vobtusine-lactone et la subsessiline (amataïne).

* Partie XI Vdans la série "Alcaloïdes des *Voacanga*". Pour Partie XIII voir Ref 3. Equipe de Recherche Associée au C N R S No 317 "Chimie des Substances Naturelles".

† Adresse présente Institut de Chimie des Substances Naturelles du C N R S, 91190 Gif-sur-Yvette, France.

‡ Adresse présente Centre ORSTOM, Tananarive, Madagascar.

§ Laboratoire de Chimie Organique, Université Libre de Bruxelles, Belgique.

|| Identique à *V. obtusa* K. Schum et à *V. thouarsii*, var *obtusa* Pichon.

¹ KUNESCH, N, DAS, B C et POISSON, J (1970) *Bull Soc Chim Fr* 4370, et références citées.

² JANOT, M-M et GOUTAREL, R (1955) *Compt Rend* 240, 1719.

³ ROLLAND, Y, CROQUELOIS, G, MIET, C, KUNESCH, N, BOITEAU, P, DEBRAY, M et POISSON, J (1973) *Colloque international sur les plantes de Madagascar et du bassin de l'Ocean Indien Tananarive, 7 avril 1972*, A paraître.

⁴ KUNESCH, N, POISSON, J et GUILHEM, J (1971) *Bull Soc Chim Fr* 1919.

⁵ GOLDBLATT, A, HOOTELE, C et PECHER, J (1970) *Phytochemistry* 9, 1293.

⁶ POISSON, J, PLAT, M, BUDZIKIEWICZ, H, DURHAM, L. J. et DJERASSI, C (1966) *Tetrahedron* 22, 1075.

⁷ GORMAN, A A, AGWADA, Y., HESSE, M, RENNER, U et SCHMID, H. (1966) *Helv Chim Acta* 49, 2072.

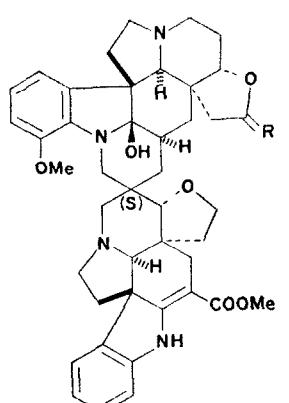
RESULTATS ET DISCUSSIONS

Les feuilles pulvérisées ont été extraites par l'alcool à 90°. L'extrait alcoolique concentré a été repris par de l'eau acétique à 2%, filtré puis alcalinisé à l'ammoniaque et épuisé au chloroforme. Ces bases totales brutes dissoutes dans de l'eau sulfurique à 2% ont été extraites à trois pH de valeur croissante (1, 9, >12). Les alcaloïdes des trois fractions obtenues ont été isolés par les méthodes usuelles (filtration sur Sephadex LH20, distribution à contre-courant, chromatographie sur gel de silice en colonne et en couche mince). Le tableau 1 résume les séparations effectuées. Un fractionnement très laborieux a permis d'isoler quinze alcaloïdes en quantité assez faible, sauf la vobtusine qui constitue l'alcaloïde majeur. Les analyses spectroscopiques de ces produits permettent de les classer en deux groupes.

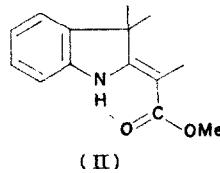
Alcaloïdes 'Doubles' Bis-indoliques

Dans ce groupe, trois alcaloïdes ont été identifiés respectivement à la vobtusine (Ia),^{6,7} à la vobtusine-lactone (Ib)¹ et à la subsessiline (amataine)^{8,9} par comparaison à des échantillons de référence.

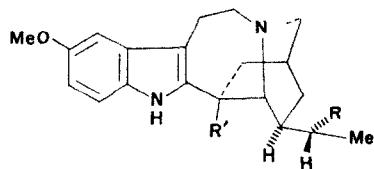
Neuf alcaloïdes, désignés provisoirement par A-I, sont nouveaux. On peut cependant les rattacher au type structural de la vobtusine à l'aide de certaines données spectrales, notamment la fragmentation en spectrométrie de masse fournissant les ions caractéristiques des alcaloïdes de ce type.^{6,7} Parmi eux, sept possèdent le chromophore carbométhoxyméthylidène-indoline (II) de la partie A de la vobtusine, décelé par le spectre UV, et confirmé par les données IR, RMN et SM. Leurs structures sont actuellement à l'étude.

(Ia) R = H₂ Vobtusine

(Ib) R = O Vobtusine-lactone



(II)



(IIIa) R = H, R' = H Ibogaine

(IIIb) R = H, R' = COOMe Voacangine

(IIIc) R = OH, R' = COOMe Voacristine

Alcaloïdes Simples Monoindoliques

L'examen de leurs caractéristiques physiques puis la comparaison avec des échantillons de référence ont permis de les identifier à trois bases indoliques de structure proche déjà

⁸ POISSON, J., MUQUET, M. et KUNESCH, N. (1967) Résultats non publiés. Communiqués au *Meeting on the Chemistry of Alkaloids*, Manchester (Avril 1967).

⁹ AGWADA, Y., PATEL, M. B., HESSE, M. et SCHMID, H. (1970) *Helv. Chim. Acta* **53**, 1567.

signalées dans le genre *Voacanga* ibogaïne (IIIa),^{10,11} voacangine (IIIb),¹² voacristine (voacangarine) (IIIc)¹³

EXPERIMENTALE

Les chromatographies sur colonne ont été effectuées sur gel de silice Merck avec la série eluotrope C₆H₆, Et₂O, MeOH. Les chromatographies préparatives ont été réalisées sur gel de silice HF 254 Merck avec les systèmes de solvants CH₂Cl₂-MeOH ou EtOAc-C₆H₆-MeOH. Les spectres de masse en haute résolution (HR) ont été déterminés sur un appareil Varian MAT dans le service du Prof. H. Budzikiewicz (Institut de Chimie Organique de l'Université de Cologne). Les spectres RMN ont été mesurés en solution dans CDCl₃ par rapport au TMS (déplacements en *δ* ppm, *s* singulet, *d* doublet) et les spectres UV dans EtOH.

Purification et isolement des alcaloïdes Origine des échantillons Un premier lot de feuilles, d'écorces de tiges et de racines a été récolté à Madagascar en 1967 dans la région de Brikaville (Côte Est) par P. Boiteau (Mission CNRS, lot No. 503). Une autre récolte portant sur des écorces de racines a été effectuée par M. Debray en Juin 1967 à Madagascar (Manakara) (Mission ORSTOM, lot No. 29). Les échantillons d'herbier sont déposés au Muséum National d'Histoire Naturelle à Paris.

Obtention des bases totales Les feuilles sèches (12 kg) sont épuisées par plusieurs macérations à froid sous agitation dans EtOH 90° jusqu'à ce que le soluté extractif donne une réaction négligeable au réactif de Mayer. L'ensemble des extraits alcooliques est évaporé puis repris par de l'eau acétique à 2%. La solution acétique est centrifugée, lavée à l'Et₂O pour éliminer les pigments, puis alcalinisée avec NH₄OH et épuisée par CHCl₃. L'évaporation des extraits chloroformiques donne 130 g de bases brutes (10,8 g/kg). La phase aqueuse épuisée ne contient plus d'alcaloïdes.

Purification et isolement des alcaloïdes Les bases totales sont reprises par H₂SO₄ à 2% et épuisées par CH₂Cl₂. La phase organique lavée avec NH₄OH donne les *Bases I* (20 g). La phase acide neutralisée par NaOH diluée est extraite par le mélange Et₂O-CHCl₃ (3:1) qui entraîne les *Bases II* (41 g). Une dernière extraction par CHCl₃ à pH très alcalin donne les *Bases III* (27 g).

Bases I (bases très faibles) Par chromatographie sur colonne puis sur plaque préparative, on isole les alcaloïdes A-D.

Bases II (bases faibles) Ces bases cristallisent directement dans un mélange CH₂Cl₂-MeOH. On obtient 5 g de cristaux dont on isole par chromatographie préparative sur plaque la vobtusine, la subsessiline et un nouvel alcaloïde I. Les eaux-mères de cristallisation (36 g au total) sont passées sur une colonne de gel de Sephadex LH20 dans le mélange MeOH-CHCl₃ (7:1) à raison de 2 g de bases pour 60 g de Sephadex. On classe les fractions recueillies en trois groupes : une fraction de tête non alcaloïdique, une fraction de cœur II-D (poids 18 g), une fraction de queue II-M (poids 4 g). Les bases II-D sont soumises d'abord à une distribution à contre-courant entre CHCl₃ (phase fixe) et un tampon Mac Ilvaine de pH 2,2, on obtient 6 fractions contenant des alcaloïdes à PM élevé de la fraction 1 (poids 3 g) on isole par chromatographie préparative sur plaque l'alcaloïde H. Les fractions 2 (poids 2 g) et 3 (poids 2,1 g) sont réunies et soumises à une nouvelle répartition par contre-courant à pH 2,3. Les sous-fractions a-e séparées sont ensuite chromatographiées sur plaque préparative et l'on isole la vobtusine (de c, d et e), la vobtusine-lactone et l'alcaloïde A (de b), la subsessiline et l'alcaloïde I (de c). Les fractions 4 (poids 2 g) et 5 (poids 2,8 g) donnent chacune de la vobtusine par cristallisation directe dans MeOH. Les eaux-mères de 5 sont chromatographiées sur colonne et l'on en isole de nouveau la vobtusine à côté d'une base non identifiée. La fraction 6 (poids 8,9 g) est soumise à une nouvelle distribution par contre-courant à pH 3,2, les sous-fractions obtenues (a-f) sont ensuite chromatographiées sur plaque préparative et l'on en isole les alcaloïdes G (de a), F (de b), et E (de c), de basicité et de polarité supérieures à la vobtusine. Les bases IIIM fournissent par chromatographie préparative sur plaques trois produits à structure monoindolique ibogaïne, voacristine et voacangine.

Bases III (bases fortes) Ces bases cristallisent dans MeOH on obtient 12 g d'un mélange de vobtusine et d'alcaloïde I, résolu par chromatographie sur plaque. Les eaux-mères contiennent d'autres bases, mais n'ont pas été analysées.

Caractéristiques des alcaloïdes *Alcaloïde A* Cristallise dans MeOH, F 282-285° (dec), [α]₅₇₈ -130 ± 5°, UV λ_{max} nm (log ε) 220 (4,49), 263 (4), 292 (4,14), 328 (4,18) IR (CHCl₃) ν cm⁻¹ 3400, 1680, 1650, 1615 RMN δ ppm 8,65 (1p,s), 4,55 (1p,d, J_{H-H} = 14), 3,78 (3p,s), 3,75 (3p,s) (Anal (spectrométrie de masse HR) pour C₁₃H₁₈N₄O₇. Calc 732,352278, Tr 732,350151)

Alcaloïde B Cristallise dans Me₂CO, F 270-290° (dec), UV λ_{max} nm (log ε) 222 (4,78), 263 (4,07), 297 (4,18), 327 (4,25) IR (CHCl₃) ν cm⁻¹ 3400, 1685, 1650, 1620 RMN δ ppm 9 (1p,s), 4,75 (1p,d, J_{H-H} = 14), 3,84 (3p,s), 3,82 (3p,s) SM M⁺ à m/e 748 (formule possible C₁₃H₁₈N₄O₈) *

* Dans ces deux cas la formule moléculaire est déduite de l'analyse en haute résolution d'ions de masse inférieure à celles des ions M⁺, les mesures sur ceux-ci étant peu sûres en raison de leur faible intensité.

¹⁰ DICKEL, D. F., HOLDEN, C. L., MANFIELD, R. C., PASZEK, L. E. et TAYLOR, W. I. (1958) *J. Am. Chem. Soc.* **80**, 123

¹¹ BARTLETT, M. F., DICKEL, D. F. et TAYLOR, W. I. (1958) *J. Am. Chem. Soc.* **80**, 126

¹² PERCHERON, F., LE HIR, A., GOUTAREL, R. et JANOT, M.-M. (1957) *Compt. Rend.* **245**, 1141

¹³ RENNER, U. et PRINS, D. A. (1961) *Experientia* **17**, 106

Alcaloïde C Cristallise dans MeOH, F 290–295° (dec), $[\alpha]_{578} -282 \pm 5$ UV λ_{\max} nm (log ϵ) 223 (4,57), 263 (4,1), 299 (4,17), 328 (4,21) IR (CCl₄) ν cm⁻¹ 3380, 1685, 1625, 1610 RMN δ ppm 8,9 (1p,s), 5 (1p,d, $J_{H-H} = 14$), 3,78 (3p,s), 3,72 (3p,s) SM M⁺ a m/e 774 (formule possible C₄₂H₅₄N₄O₁₀) *

Alcaloïde Amorphe UV λ_{\max} nm (log ϵ) 223 (4,40), 265 (3,97), 297,5 (4,04), 328 (4,68) IR (CHCl₃) ν cm⁻¹ 3400, 1680, 1665, 1615 RMN δ ppm 8,85 (1p,s), 4,8 (1p,d, $J_{H-H} = 13$), 3,8 (3p,s), 3,77 (3p,s) (Anal (spectrometrie de masse HR) pour C₄₃H₄₈N₄O₆ Calc 716,357364 Tr 716,355119)

Alcaloïde E Cristallise dans MeOH, F 235–238° $[\alpha]_{578} -140 \pm 5$, UV λ_{\max} nm (log ϵ) 225 (4,66), 265 (4,08), 283 (3,96, epaulement) 291 (3,90, epaulement) IR (CCl₄) ν cm⁻¹ 3510, 1740, 1605, 1590 RMN δ ppm 3,85 (3p,s), 3,18 (3p,s) (Anal (spectrometrie de masse HR) pour C₄₃H₅₀N₄O₇ Calc 734,367927, Tr 734,365106)

Alcaloïde F Cristallise dans Me₂CO, F 283–290° (dec) UV λ_{\max} (log ϵ) 223 (4,57), 261 (4), 301 (4,13), 325 (4,21) IR (KBr) ν cm⁻¹ 1680, 1610, 770, 745 RMN δ ppm 8,9 (1p,s), 3,8 (3p,s) (Anal (spectrometrie de masse HR) pour C₄₂H₄₈N₄O₆ Calc 704,357364, Tr 704,352612)

Alcaloïde G Cristallise dans Et₂O, $[\alpha]_{578} +46 \pm 5$, F 280–285° (dec) UV λ_{\max} nm (log ϵ) 221 (4,63), 260 (4,29), 298 (3,70) IR (KBr) ν cm⁻¹ 1605, 1590, 770, 735 RMN δ ppm 3,8 (3p,s) (Anal (spectrometrie de masse HR) pour C₄₂H₅₀N₄O₅ Calc 690,378098, Tr 690,379354)

Alcaloïde H Cristallise dans Me₂CO, F 237–239° (dec), $[\alpha]_{578} -292 \pm 5$ UV λ_{\max} nm (log ϵ) 220 (4,72), 263 (4,29), 295 (4,39), 328 (4,49) IR (CHCl₃) ν cm⁻¹ 3400, 1780, 1765, 1680, 1610 RMN δ ppm 8,96 (1p,s), 3,82 (3p,s), 3,80 (3p,s) (Anal (spectrometrie de masse HR) pour C₄₃H₄₆N₄O₇ Calc 730,336628, Tr 730,336795)

Alcaloïde I Amorphe UV λ_{\max} nm 223, 264, 300 et 327 IR (CHCl₃) ν cm⁻¹ 3400, 1675, 1610 RMN δ ppm 8,9 (1p,s), 4,95 (1p,s), 3,7 (3p,s), 3,6 (3p,s) (Anal (spectrometrie de masse HR) pour C₄₃H₄₈N₄O₆ Calc 716,357363, Tr 716,357328) Tous ces alcaloides donnent avec HNO₃ une coloration bleue intense sauf F (coloration brune) et G (coloration rose)

Remerciements—Nous tenons à remercier ici MM P Potier et H Jacquemin qui nous ont aide dans les recoltes de plantes, Escaut pour l'extraction a l'atelier de l'ICS N de Gif, M J Kotel (Universite libre, Bruxelles) pour son aide dans les separations par contre-courant, Mme M Troy et Mlle C Miet pour les fractionnements, Mmes M Zuber et Y Rigaud ainsi que M Adrien Cave, qui ont determine les spectres de RMN, MM B C Das et Cosson (ICS N, Gif) responsables des SM, et particulierement le Prof Dr H Budzikiewicz (Cologne) pour toutes les mesures faites en spectrometrie de masse a haute resolution