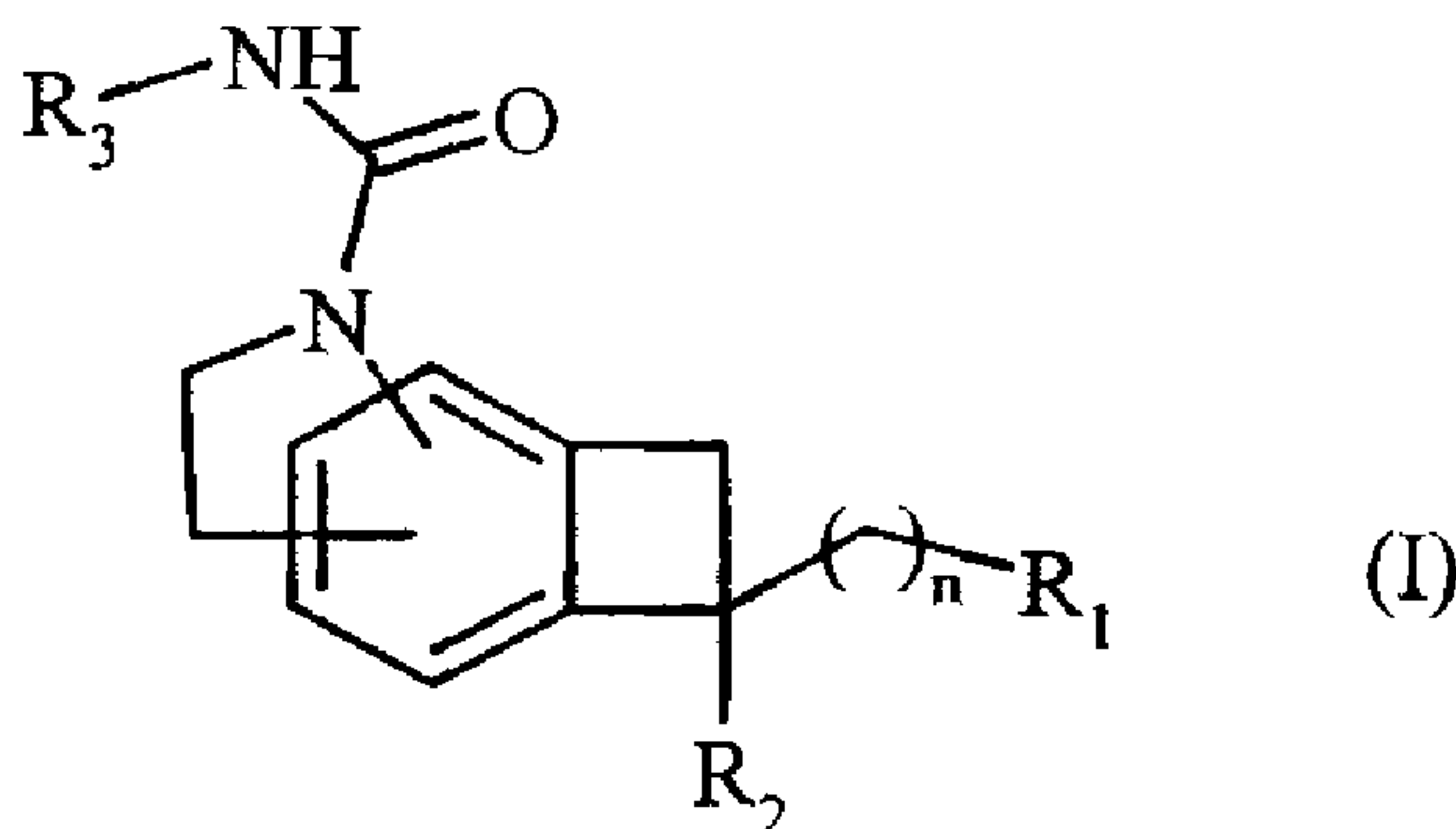




(22) Date de dépôt/Filing Date: 2001/04/12  
(41) Mise à la disp. pub./Open to Public Insp.: 2001/10/13  
(45) Date de délivrance/Issue Date: 2005/11/29  
(30) Priorité/Priority: 2000/04/13 (00/04743) FR

(51) Cl.Int.<sup>7</sup>/Int.Cl.<sup>7</sup> C07D 401/12, A61K 31/4439,  
A61P 25/00, A61K 31/403, C07D 401/14, C07D 209/70  
(72) Inventeurs/Inventors:  
PEGLION, JEAN-LOUIS, FR;  
GOUMENT, BERTRAND, FR;  
MILLAN, MARK, FR;  
LEJEUNE, FRANECOISE, FR;  
CUSSAC, DIDIER, FR  
(73) Propriétaire/Owner:  
LES LABORATOIRES SERVIER, FR  
(74) Agent: OGILVY RENAULT LLP/S.E.N.C.R.L.,S.R.L.

(54) Titre : NOUVEAUX DERIVES DE CYCLOBUTA-INDOLE CARBOXAMIDE, LEUR PROCEDE DE PREPARATION ET LES COMPOSITIONS PHARMACEUTIQUES QUI LES CONTIENNENT  
(54) Title: NOVEL DERIVATIVES OF CYCLOBUTA-INDOLE CARBOXAMIDE, PROCESS FOR PREPARING THEM AND PHARMACEUTICAL COMPOSITIONS CONTAINING THEM



(57) Abrégé/Abstract:

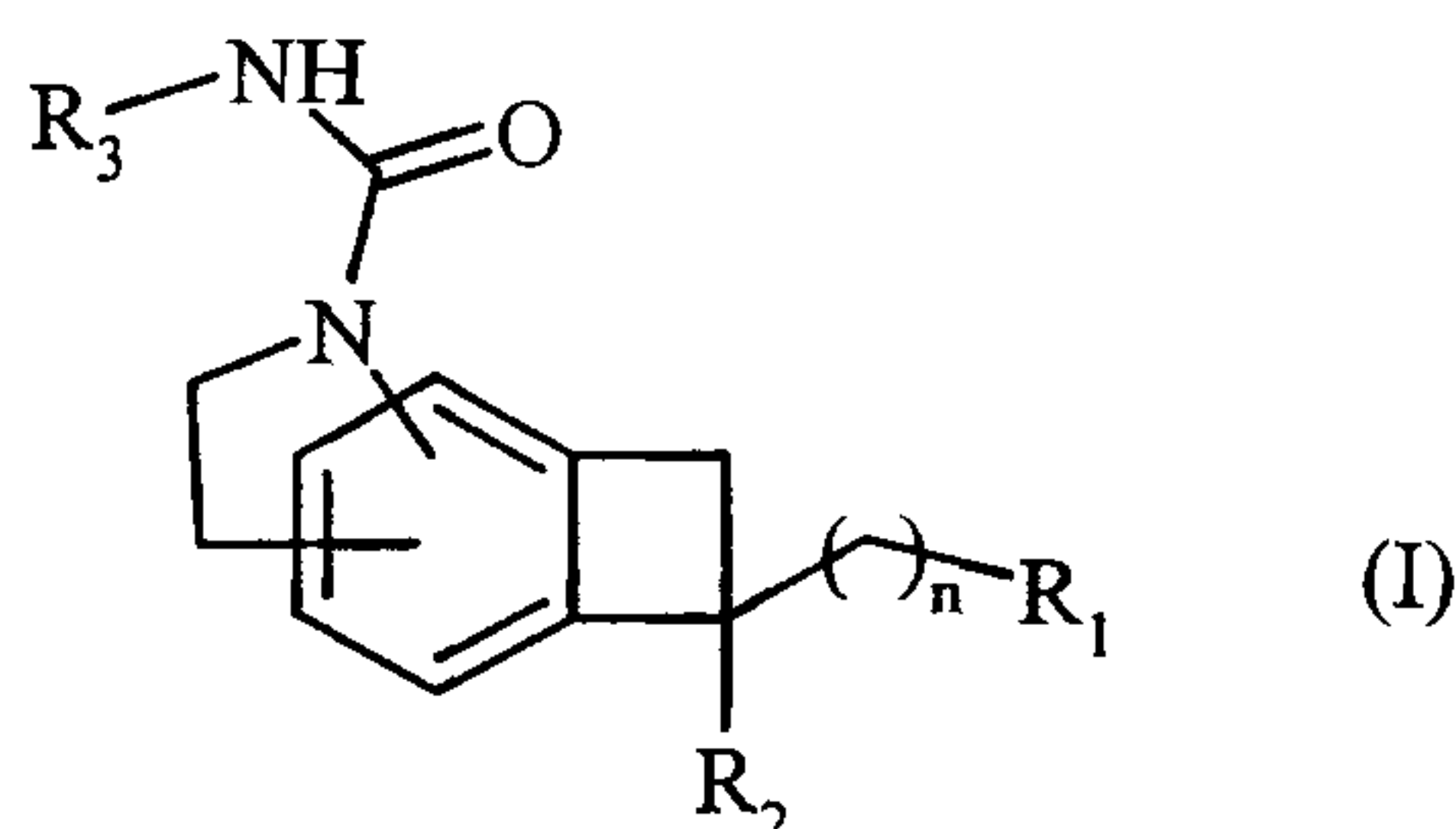
L'invention concerne de nouveaux composés répondant à la formule (I): (voir formule I) dans laquelle n représente un entier compris entre 0 et 6; R<sub>1</sub> représente un atome d'hydrogène, un groupement hydroxy, cyano, alkoxy, alkoxy-carbonyle, carboxy ou aminocarbonyle, ou un groupement de formule NR<sub>4</sub>R<sub>5</sub> dans laquelle R<sub>4</sub> et R<sub>5</sub>, identiques ou différents, représentent un groupement alkyle, aryle, arylalkyle, hétéroaryle, hétéroarylalkyle, cycloalkyle, cycloalkylalkyle, alkényle ou alkynyle; R<sub>2</sub> représente

**(57) Abrégé(suite)/Abstract(continued):**

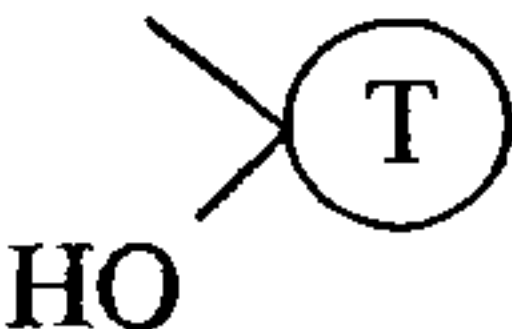
représente un atome d'hydrogène, un groupement alkyle ou hydroxyméthyle, ou un groupement de formule (voir formule II) et -U-V-W dans laquelle T représente un groupement cycloalkyle, U représente une liaison ou un groupement méthylène, V représente une liaison, un atome d'oxygène ou un groupement  $S(O)_q$  dans lequel q est un entier compris entre 0 et 2 inclus, et W représente un groupement aryle, arylalkyle, cycloalkyle ou cycloalkylalkyle; et  $R_3$  représente un atome d'hydrogène ou un groupement alkyle, aryle ou hétéroaryle. L'invention vise également les isomères des composés de formule (I) ainsi que leurs sels d'addition à un acide ou à une base pharmaceutiquement acceptable. Les composés selon l'invention sont utiles à titre de médicaments pour le traitement de l'anxiété, des attaques de paniques, des troubles obsessionnels compulsifs, des phobies, des troubles impulsifs, de l'abus de drogue, des troubles de la cognition, des psychoses, des dépressions et des troubles de l'humeur.

## PRÉCIS

L'invention concerne de nouveaux composés répondant à la formule (I):



dans laquelle  $n$  représente un entier compris entre 0 et 6;  $R_1$  représente un atome d'hydrogène, un groupement hydroxy, cyano, alkoxy, alkoxy-carbonyle, carboxy ou aminocarbonyle, ou un groupement de formule  $NR_4R_5$  dans laquelle  $R_4$  et  $R_5$ , identiques ou différents, représentent un groupement alkyle, aryle, arylalkyle, hétéroaryle, hétéroarylalkyle, cycloalkyle, cycloalkylalkyle, alkényle ou alkynyle;  $R_2$  représente

représente un atome d'hydrogène, un groupement alkyle ou hydroxyméthyle, ou un groupement de formule  et -U-V-W dans laquelle T représente un groupement

cycloalkyle, U représente une liaison ou un groupement méthylène, V représente une liaison, un atome d'oxygène ou un groupement  $S(O)_q$  dans lequel  $q$  est un entier compris entre 0 et 2 inclus, et W représente un groupement aryle, arylalkyle, cycloalkyle ou cycloalkylalkyle; et  $R_3$  représente un atome d'hydrogène ou un groupement alkyle, aryle ou hétéroaryle. L'invention vise également les isomères des composés de formule (I) ainsi que leurs sels d'addition à un acide ou à une base pharmaceutiquement acceptable. Les composés selon l'invention sont utiles à titre de médicaments pour le traitement de l'anxiété, des attaques de paniques, des troubles obsessionnels compulsifs, des phobies, des troubles impulsifs, de l'abus de drogue, des troubles de la cognition, des psychoses, des dépressions et des troubles de l'humeur.

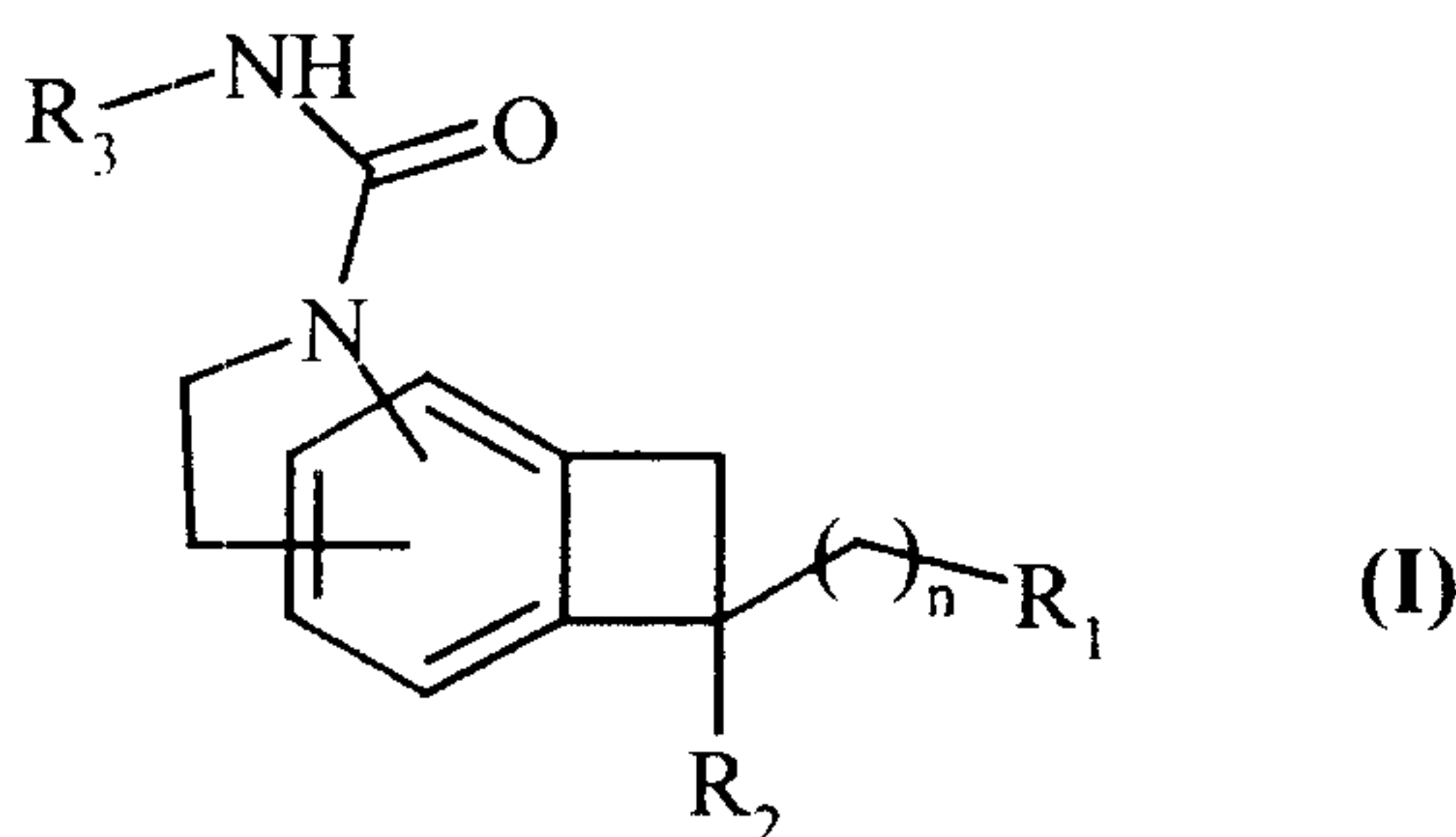
La présente invention concerne de nouveaux dérivés de cyclobuta-indole carboxamide, leur procédé de préparation et les compositions pharmaceutiques qui les contiennent.

Les composés de la présente invention sont utiles dans le traitement des maladies du système nerveux central telles que l'anxiété, les attaques de panique, les troubles obsessionnels compulsifs, les phobies, les troubles impulsifs, l'abus de drogue, les troubles de la cognition, les psychoses, les dépressions et les troubles de l'humeur.

De nombreux dérivés polycycliques et hétérocycliques contenant une fonction urée ont été décrits dans la littérature comme étant des antagonistes de divers récepteurs sérotoninergiques, leur conférant ainsi une utilité pour le traitement des maladies du système nerveux central. C'est le cas plus particulièrement des demandes de brevets WO 95/29177, WO 96/23783 et WO 98/47868. Le brevet US 5,514,690 décrit, quant à lui, des dérivés d'aminocarbonylquinoline ou indoline et les revendique pour leur propriété d'activation des pompes à potassium.

Les composés de la présente invention, outre le fait qu'ils soient nouveaux, se sont révélés très actifs pour le traitement des maladies du système nerveux central, et plus particulièrement ont démontrés une forte activité dans le test de conflit de Vogel chez le rat, ainsi que dans le test d'enfouissement de billes chez la souris. Les résultats obtenus dans le premier test permettent de proposer l'utilisation des composés de l'invention dans le traitement des phénomènes cliniques liés à l'anxiété, et ceux obtenus dans le second test démontrent le fort potentiel thérapeutique des composés de l'invention dans le traitement des maladies liées aux troubles de l'humeur.

Plus particulièrement, la présente invention concerne les composés de formule (I) :

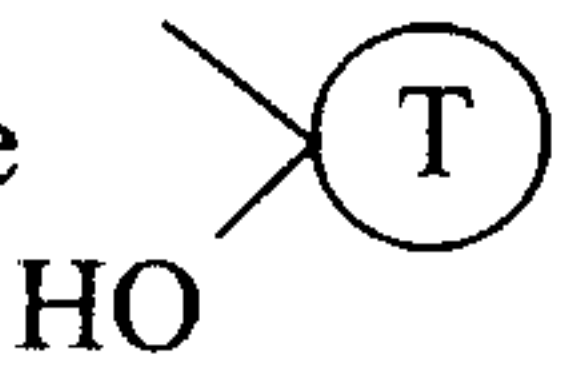


- 2 -

dans laquelle :

**n** représente un entier compris entre 0 et 6,

**R<sub>1</sub>** représente un groupement choisi parmi hydrogène, hydroxy, cyano, alkoxy (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié, alkoxy-carbonyle (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié, carboxy, aminocarbonyle (la partie amino étant éventuellement substituée par un ou deux groupements, identiques ou différents, choisis parmi alkyle (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié, aryle et arylalkyle (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié), et NR<sub>4</sub>R<sub>5</sub> dans lequel R<sub>4</sub> et R<sub>5</sub>, identiques ou différents, représentent un groupement choisi parmi alkyle (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié, aryle, arylalkyle (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié, hétéroaryle, hétéroarylalkyle (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié, cycloalkyle, cycloalkylalkyle (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié, alkényle (C<sub>2</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié, et alkynyle (C<sub>2</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié,

**R<sub>2</sub>** représente un groupement choisi parmi atome d'hydrogène, groupement alkyle (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié, hydroxyméthyle, groupement de formule  et -U-V-W

dans lesquels :

- \* T représente un groupement cycloalkyle (C<sub>3</sub>-C<sub>12</sub>) monocyclique ou polycyclique, dont l'un des atomes de carbone du cycloalkyle peut éventuellement être remplacé par un groupement choisi parmi atome d'oxygène, atome de sélénium, groupement de formule S(O)<sub>p</sub> dans laquelle p représente un entier compris entre 0 et 2 inclus, et groupement de formule SiR<sub>6</sub>R<sub>7</sub> dans laquelle R<sub>6</sub> et R<sub>7</sub>, identiques ou différents, représentent un groupement alkyle (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié,
- \* U représente une liaison ou un groupement méthylène,
- \* V représente une liaison, un atome d'oxygène ou un groupement S(O)<sub>q</sub> dans lequel q est un entier compris entre 0 et 2 inclus,
- \* W représente un groupement choisi parmi aryle, arylalkyle (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié, cycloalkyle, et cycloalkylalkyle (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié,

**R<sub>3</sub>** représente un groupement choisi parmi atome d'hydrogène, groupement alkyle (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié, aryle, et hétéroaryle,

leurs isomères ainsi que leurs sels d'addition à un acide ou à une base pharmaceutiquement acceptable.

Par groupement aryle, on comprend un groupement choisi parmi phényle, biphényle, naphthyle, dihydronaphtyle, tétrahydronaphtyle, indanyle, indényle, et benzocyclobutyle, chacun de ces groupements étant éventuellement substitué par un ou plusieurs groupements, identiques ou différents, choisis parmi atomes d'halogène, groupements  
5 alkyle (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié, hydroxy, alkoxy (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié, nitro, cyano, trihalogénoalkyle (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié, amino, monoalkylamino, dialkylamino (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié, trihalogénoalkoxy (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié, aminoalkyl(C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>)aminocarbonyle (les atomes d'azote de chacune des parties amino étant éventuellement substitués par des groupements alkyle (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaires ou ramifiés,  
10 identiques ou différents), pyridinyle, pyridinyloxy, pyridinyloxyméthyle, ces trois derniers groupements étant éventuellement substitués par un groupement alkyle (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié.

Par groupement hétéroaryle, on comprend un système monocyclique aromatique ou bicyclique dont l'un des cycles est aromatique, l'autre cycle étant aromatique ou  
15 partiellement hydrogéné, de 5 à 12 chaînons, contenant un, deux ou trois hétéroatomes, identiques ou différents, choisis parmi oxygène, azote et soufre, chacun de ces groupements étant éventuellement substitué par un ou plusieurs groupements, identiques ou différents, choisis parmi les substituants décrits pour le groupement aryle précédemment défini.

20 Par groupement cycloalkyle, on comprend un système mono- ou polycyclique, de 3 à 12 chaînons, contenant éventuellement une ou plusieurs insaturations, celles-ci ne conférant pas de caractère aromatique audit système cyclique.

Par isomères, on comprend les isomères optiques (énantiomères et diastéréoisomères).

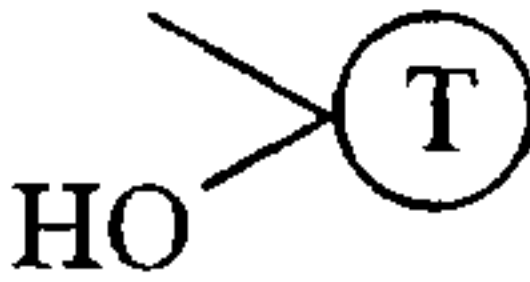
25 Parmi les acides pharmaceutiquement acceptables, on peut citer à titre non limitatif les acides chlorhydrique, bromhydrique, sulfurique, phosphonique, acétique, trifluoroacétique, lactique, pyruvique, malonique, succinique, glutarique, fumarique, tartrique, maléïque, citrique, ascorbique, oxalique, méthane sulfonique, camphorique, etc...

Parmi les bases pharmaceutiquement acceptables, on peut citer à titre non limitatif

l'hydroxyde de sodium, l'hydroxyde de potassium, la triéthylamine, la tertbutylamine, etc...

Selon une variante avantageuse de l'invention, les composés préférés de l'invention sont les composés de formule (I) dans laquelle R<sub>2</sub> représente un atome d'hydrogène.

Selon une autre variante avantageuse de l'invention, les composés préférés de l'invention sont les composés de formule (I) dans laquelle R<sub>2</sub> représente un groupement de formule

 dans laquelle T est tel que défini dans la formule (I), n est égal à 1,

et R<sub>1</sub> représente un groupement cyano ou un groupement amino substitué par un ou deux groupements, identiques ou différents, choisis parmi alkyle (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié, et arylalkyle (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié.

D'une autre façon avantageuse, les composés préférés de l'invention sont les composés de formule (I), dans laquelle n est égal à 0, R<sub>1</sub> représente un atome d'hydrogène ou un groupement cyano, et R<sub>2</sub> représente un groupement de formule -U-V-W dans laquelle U représente une liaison simple, V représente un groupement de formule S(O)<sub>q</sub> avec q tel que défini dans la formule (I) et W représente un groupement aryle.

D'une façon particulièrement avantageuse, les composés préférés de l'invention sont les composés de formule (I) dans laquelle n est égal à 0, R<sub>1</sub> représente un atome d'hydrogène ou un groupement cyano, et R<sub>2</sub> représente un atome d'hydrogène.

Le substituant R<sub>3</sub> préféré selon l'invention est le groupement hétéroaryle, et plus particulièrement le groupement pyridinyle.

Les composés préférés de l'invention sont le :

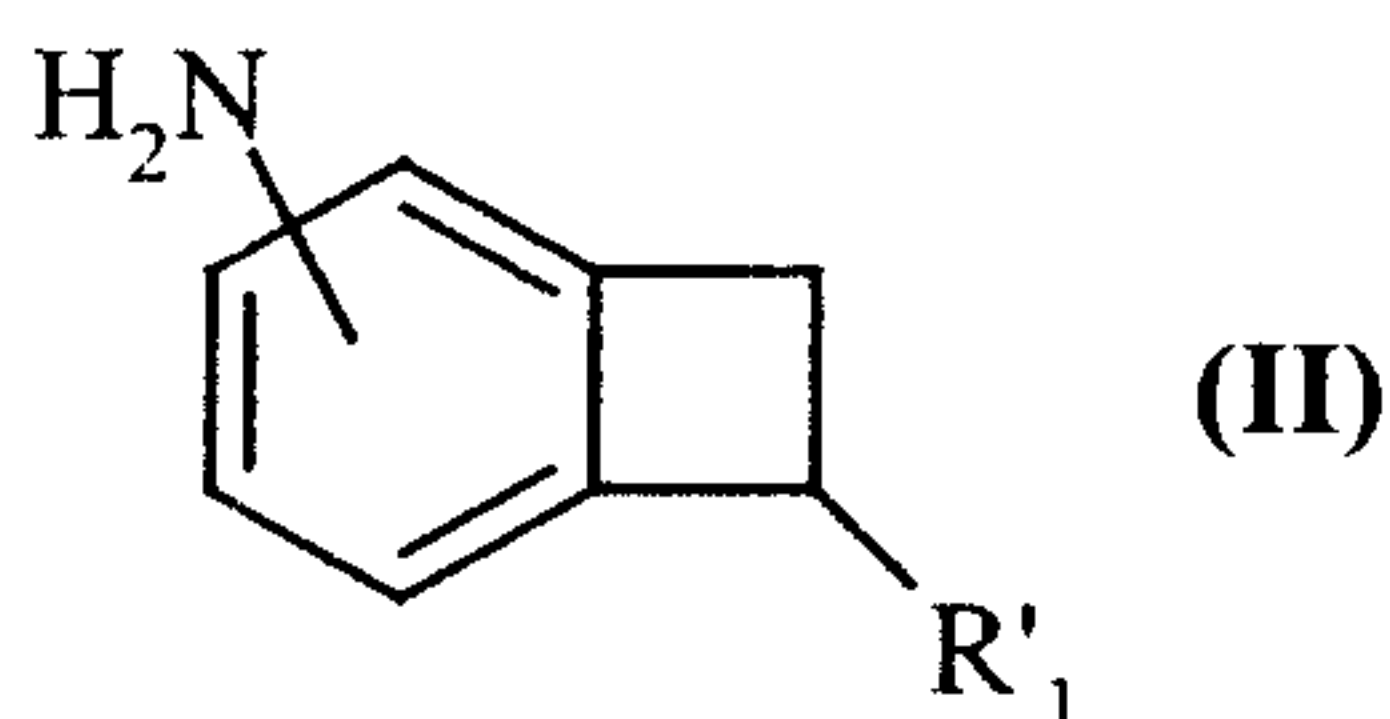
- N-(3-pyridinyl)-2,3,5,6-tétrahydro-1H-cyclobuta[f]indole-1-carboxamide,
- 5-cyano-N-(3-pyridinyl)-2,3,5,6-tétrahydro-1H-cyclobuta[f]indole-1-carboxamide,
- 6-cyano-N-(3-pyridinyl)-2,3,5,6-tétrahydro-1H-cyclobuta[f]indole-1-carboxamide,
- 6-(hydroxyméthyl)-N-(3-pyridinyl)-2,3,5,6-tétrahydro-1H-cyclobuta[f]indole-1-carboxamide,

- 5 -

- 5-(hydroxyméthyl)-N-(3-pyridinyl)-2,3,5,6-tétrahydro-1*H*-cyclobuta[*f*]indole-1-carboxamide,
- 7-cyano-N-(3-pyridinyl)-1,2,6,7-tétrahydro-3*H*-cyclobuta[*e*]indole-3-carboxamide,
- 7-(hydroxyméthyl)-N-(3-pyridinyl)-2,3,6,7-tétrahydro-1*H*-cyclobuta[*g*]indole-1-
- 5 carboxamide,
- 6-[(diméthylamino)méthyl]-6-(1-hydroxycyclohexyl)-N-(3-pyridinyl)-2,3,5,6-tétrahydro-1*H*-cyclobuta[*f*]indole-1-carboxamide,
- 6-cyano-6-(phénylsulfanyl)-N-(3-pyridinyl)-2,3,5,6-tétrahydro-1*H*-cyclobuta[*f*]indole-1-carboxamide,
- 10 - 6-cyano-6-cyclohexyl-N-(3-pyridinyl)-2,3,5,6-tétrahydro-1*H*-cyclobuta[*f*]indole-1-carboxamide,
- 6-cyclohexyl-N-(3-pyridinyl)-2,3,5,6-tétrahydro-1*H*-cyclobuta[*f*]indole-1-carboxamide,
- 6-cyano-N-{6-[(2-méthyl-3-pyridinyl)oxy]-3-pyridinyl}-6-(phénylsulfanyl)-2,3,5,6-tétrahydro-1*H*-cyclobuta[*f*]indole-1-carboxamide.

15 Les isomères ainsi que les sels d'addition à un acide ou à une base pharmaceutiquement acceptable des composés préférés font partie intégrante de l'invention.

L'invention concerne aussi le procédé de préparation des composés de formule (I) caractérisé en ce qu'on utilise comme produit de départ un composé de formule (II) :

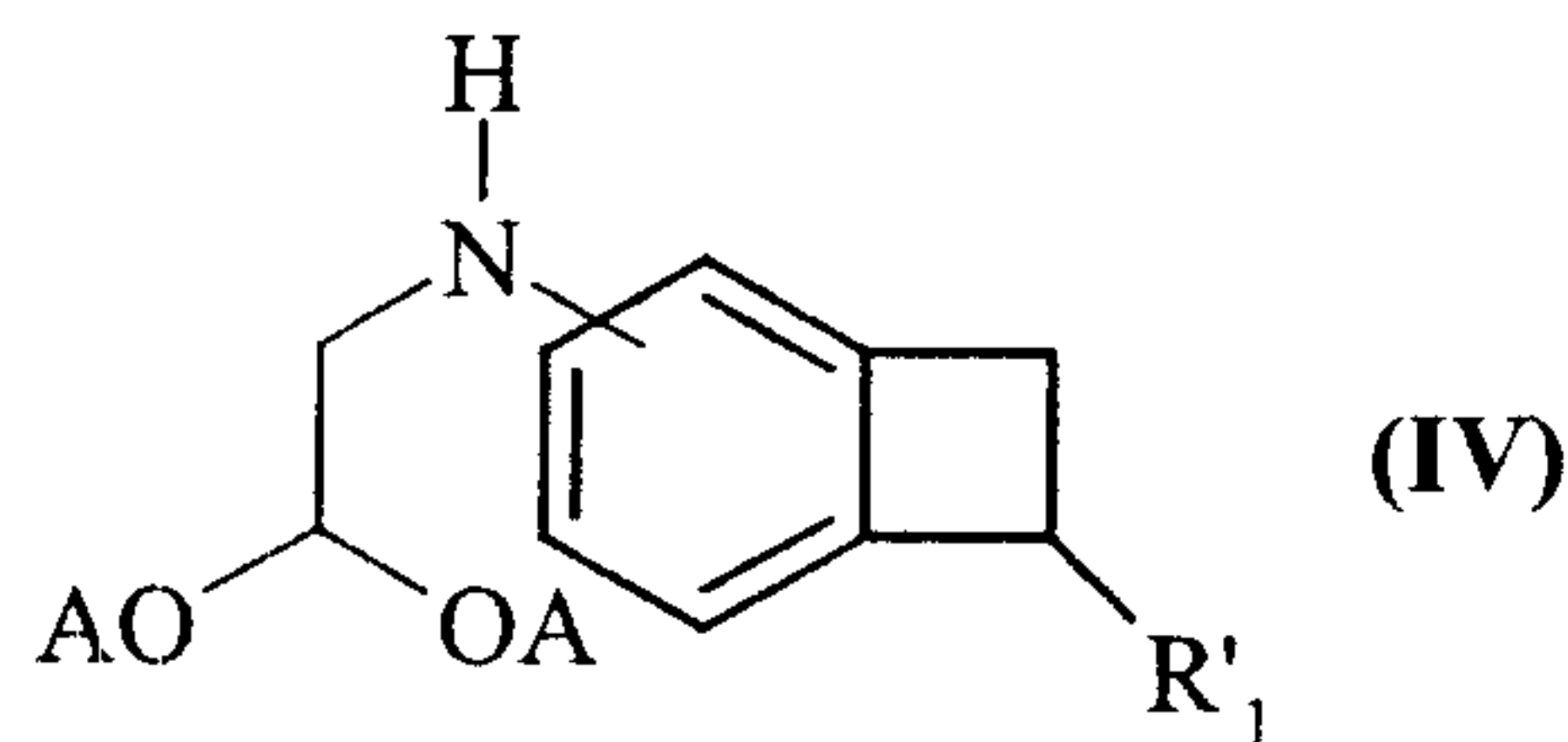


20 dans laquelle R'<sub>1</sub> représente un groupement choisi parmi atome d'hydrogène, groupement cyano, hydroxyméthylène, carboxy, et alcoxycarbonyle (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié, composé de formule (II) qui est mis à réagir dans des conditions d'amination réductrice avec un composé de formule (III) :



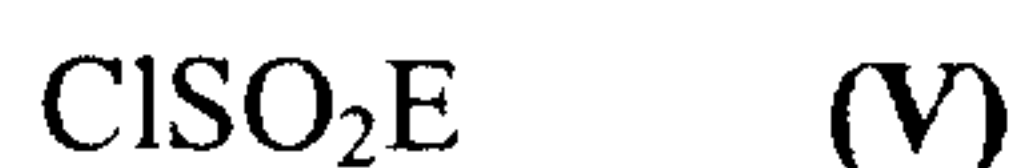
25 dans laquelle A représente un groupement alkyle (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié, pour conduire aux composés de formule (IV) :

- 6 -

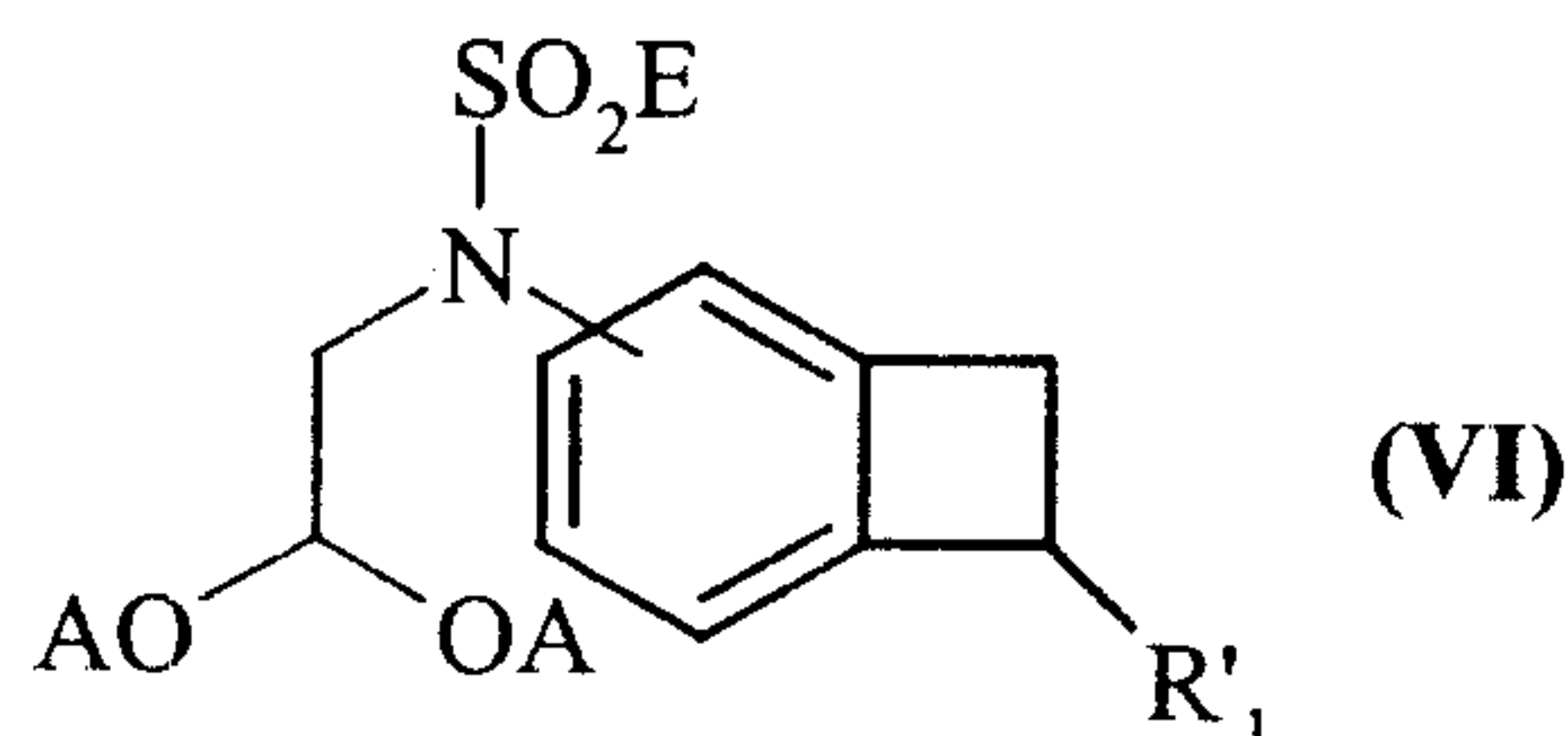


dans laquelle A et R'<sub>1</sub> sont tels que définis précédemment,

composés de formule (IV) qui sont traités par un composé de formule (V) :



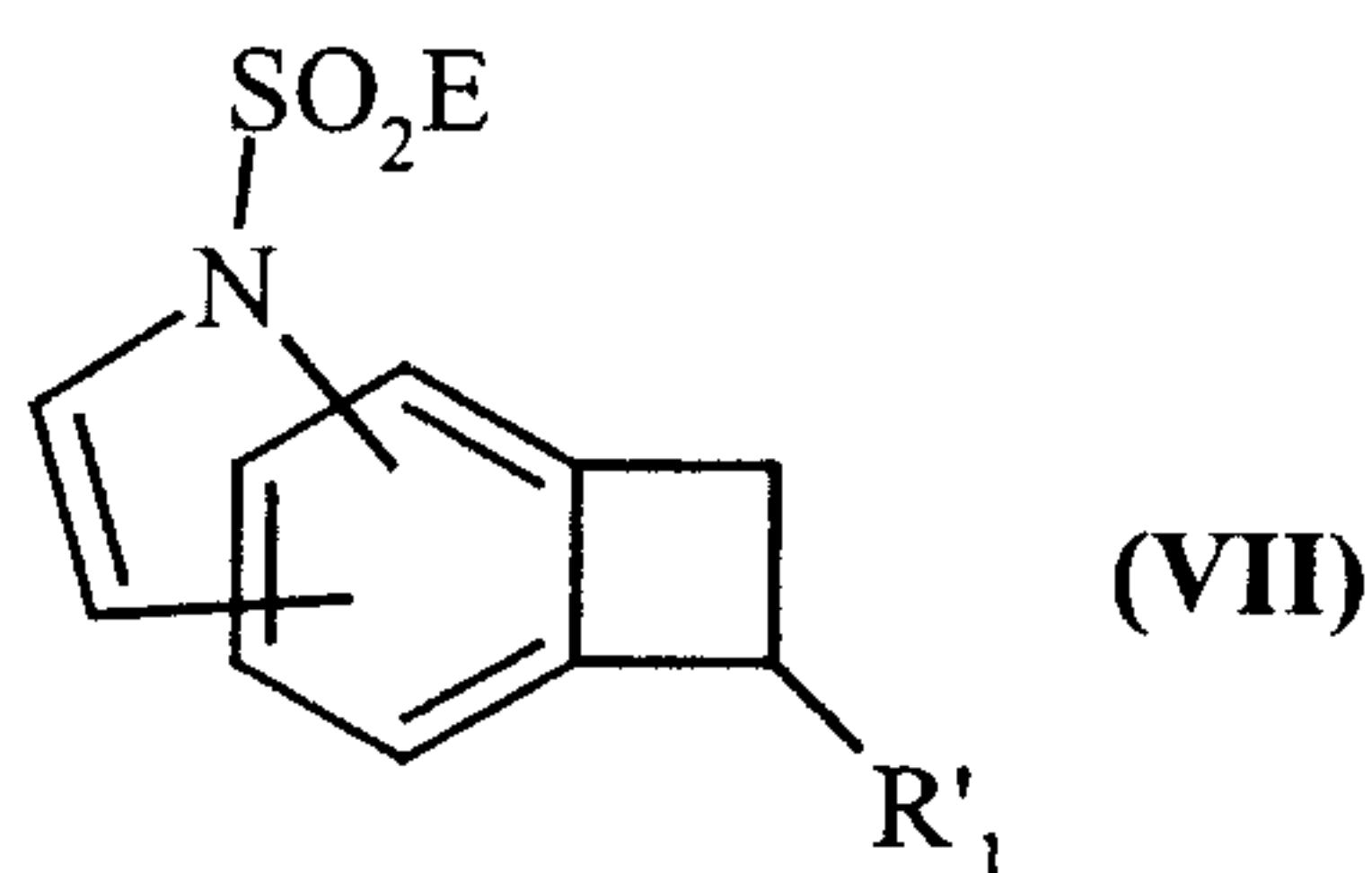
- 5 dans laquelle E représente un groupement alkyle (C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub>) linéaire ou ramifié, phényle ou p-toluyle, pour conduire aux composés de formule (VI) :



dans laquelle A, E et R'<sub>1</sub> sont tels que définis précédemment,

composés de formule (VI) qui sont cyclisés dans des conditions acides, pour conduire aux

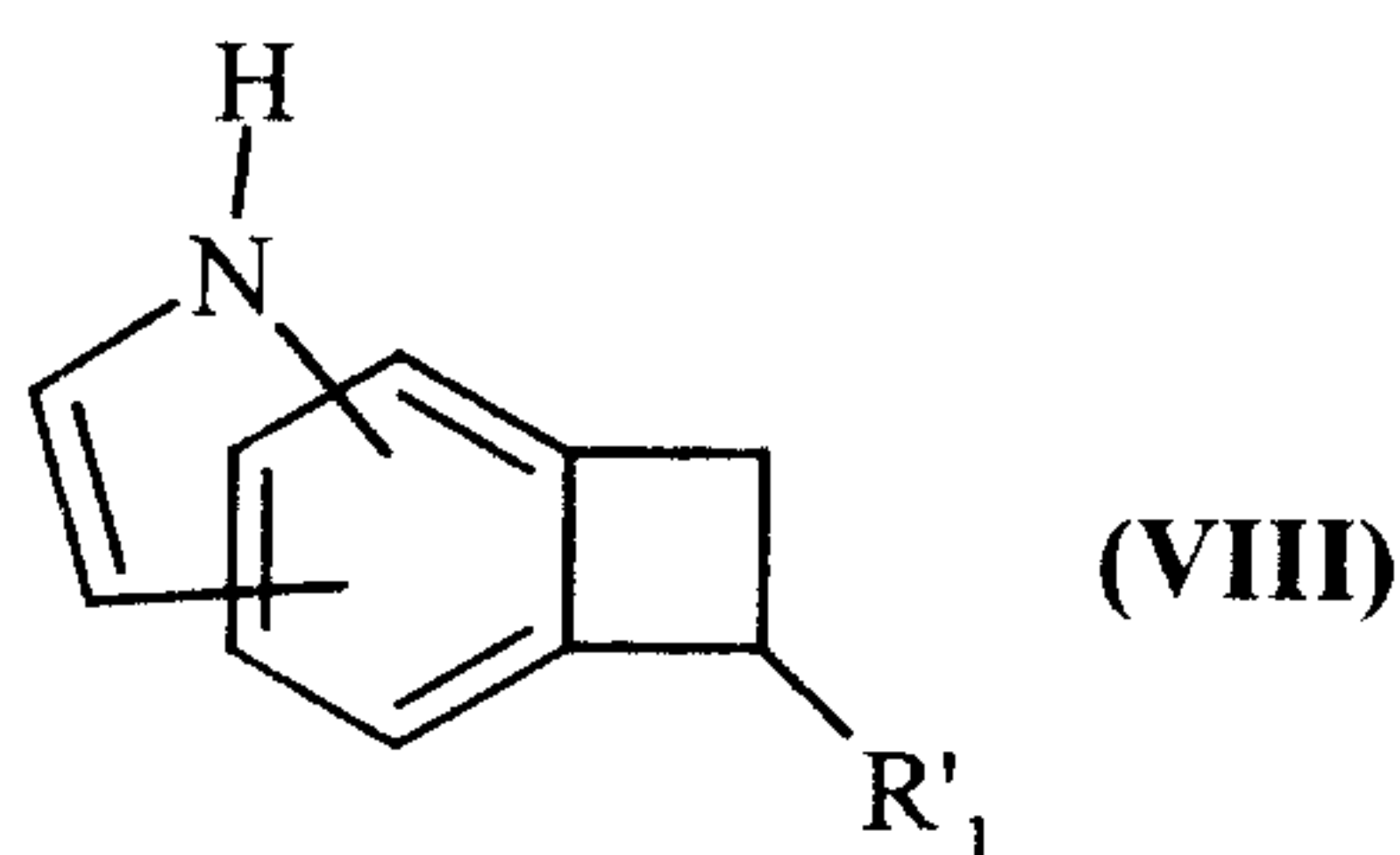
- 10 composés de formule (VII) :



dans laquelle E et R'<sub>1</sub> sont tels que définis précédemment,

composés de formule (VII) qui sont traités soit par un hydroxyde de métal alcalin dans un solvant alcoolique, soit par le sodium dans l'ammoniaque liquide pour conduire aux

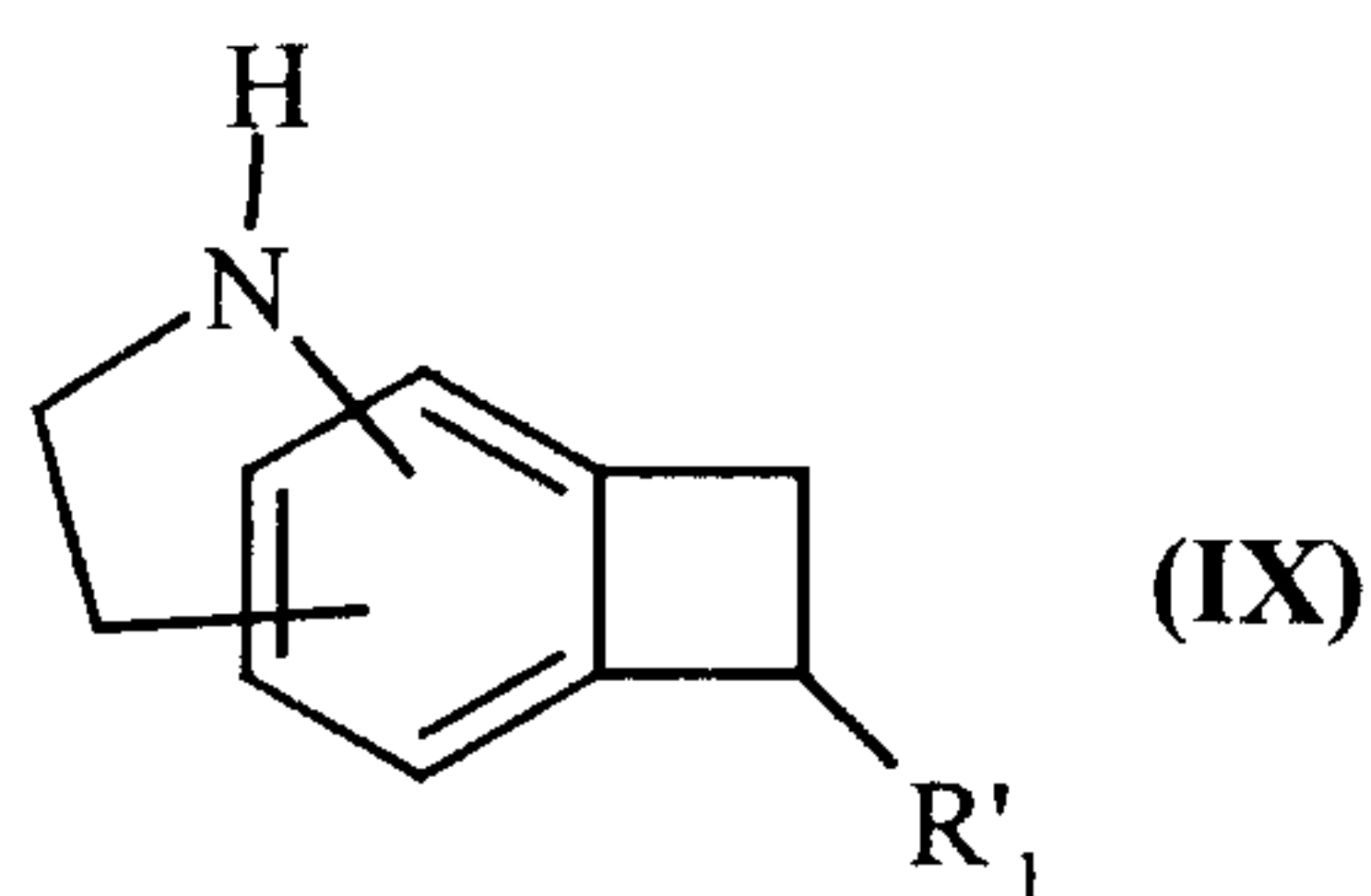
- 15 composés de formule (VIII) :



dans laquelle R'<sub>1</sub> est tel que défini précédemment,

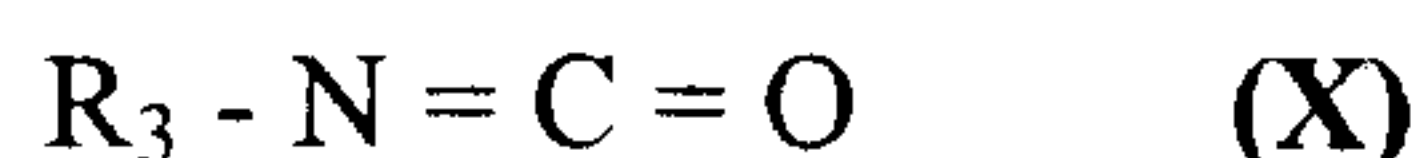
composés de formule (VIII) qui sont ensuite réduits selon des conditions classiques de la synthèse organique, pour conduire aux composés de formule (IX) :

- 7 -



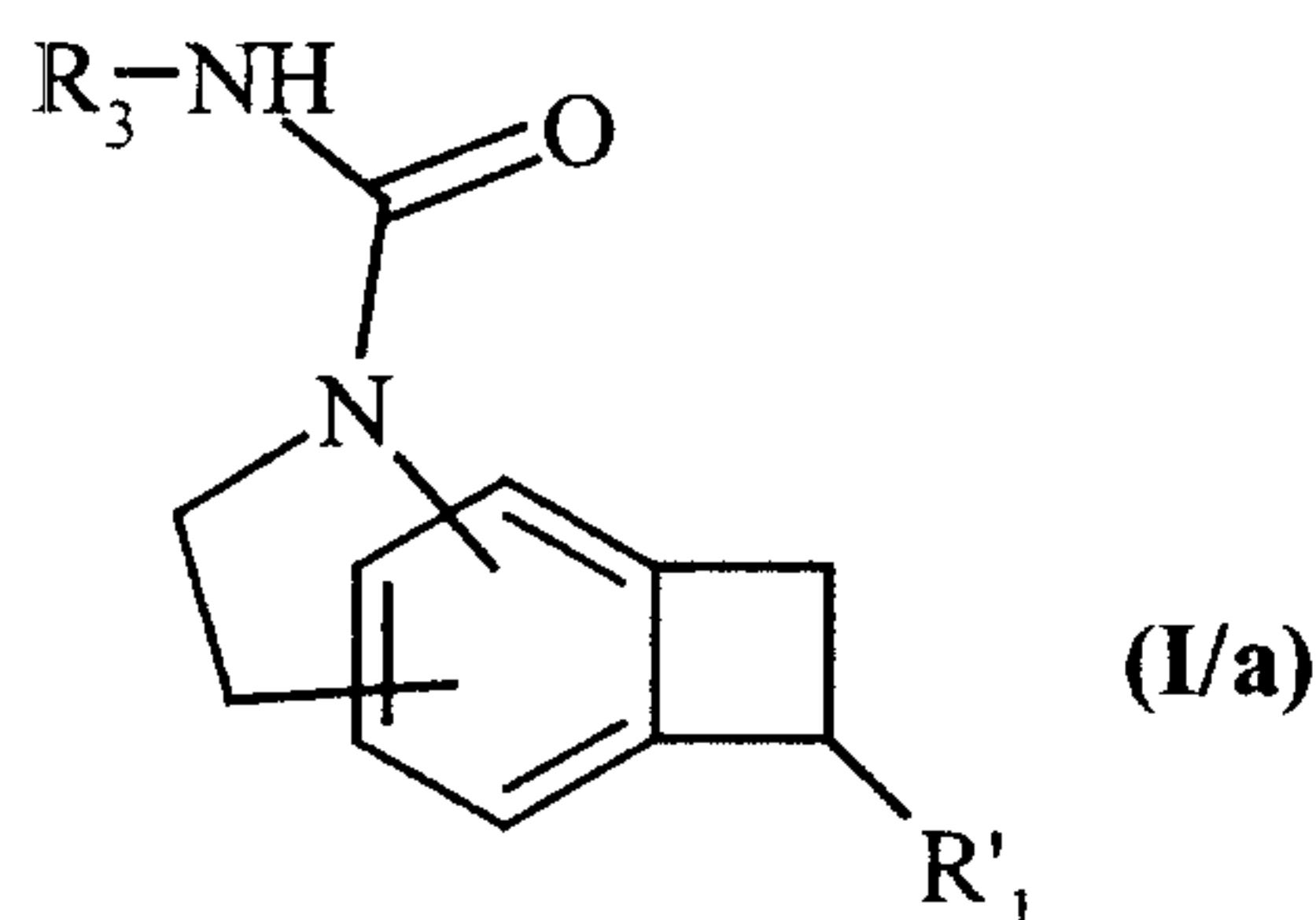
dans laquelle R'<sub>1</sub> est tel que défini précédemment,

composés de formule (IX) qui sont traités par un isocyanate de formule (X) :



5 dans laquelle R<sub>3</sub> est tel que défini dans la formule (I),

pour conduire aux composés de formule (I/a), cas particulier des composés de formule (I) :



dans laquelle R'<sub>1</sub> et R<sub>3</sub> sont tels que définis précédemment,

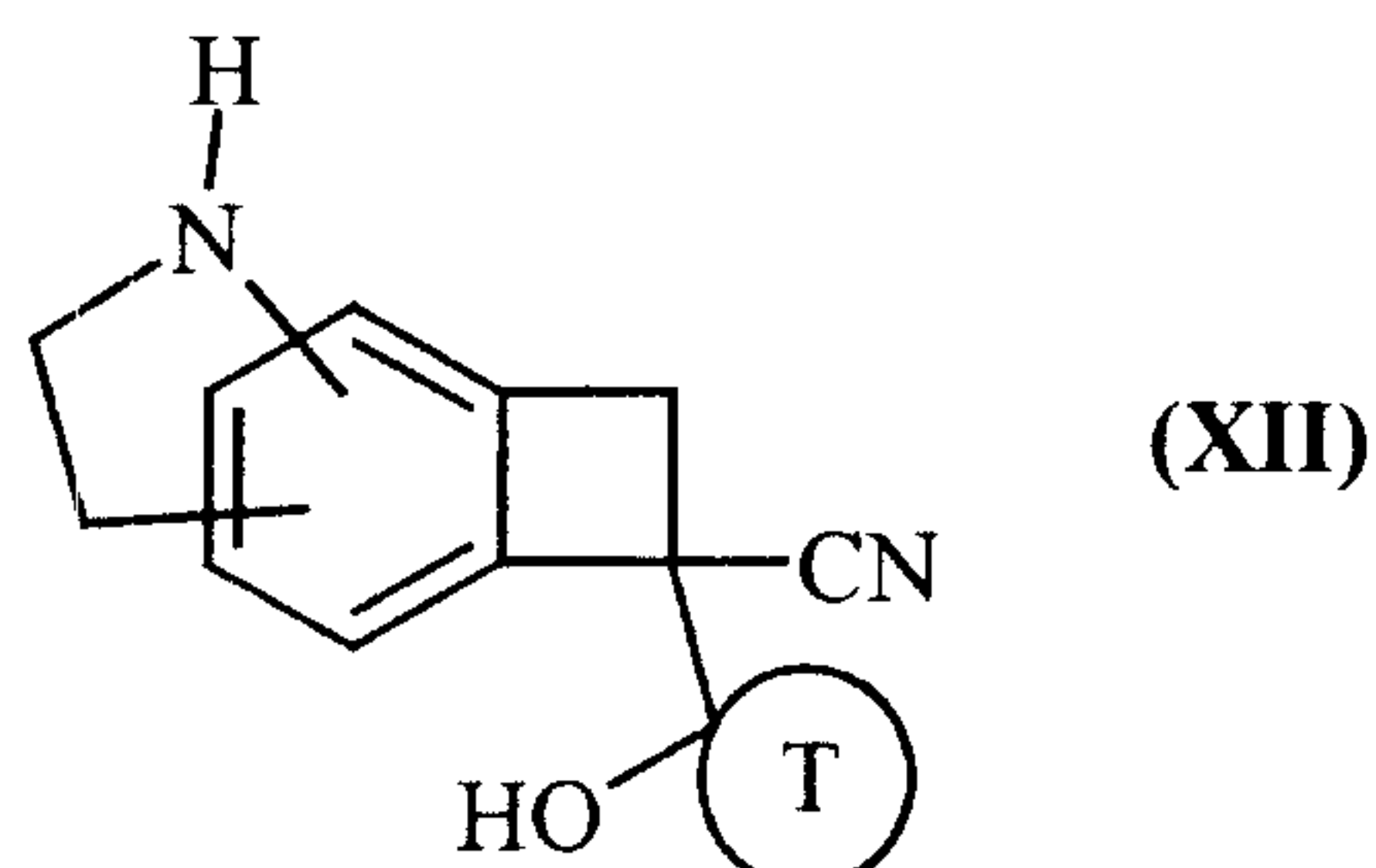
ou composés de formule (IX), dans le cas particulier où R'<sub>1</sub> représente un groupement

10 cyano, que l'on traite :

\* soit par une cétone de formule (XI) :



dans laquelle T a les mêmes significations que dans la formule (I), pour conduire aux composés de formule (XII) :



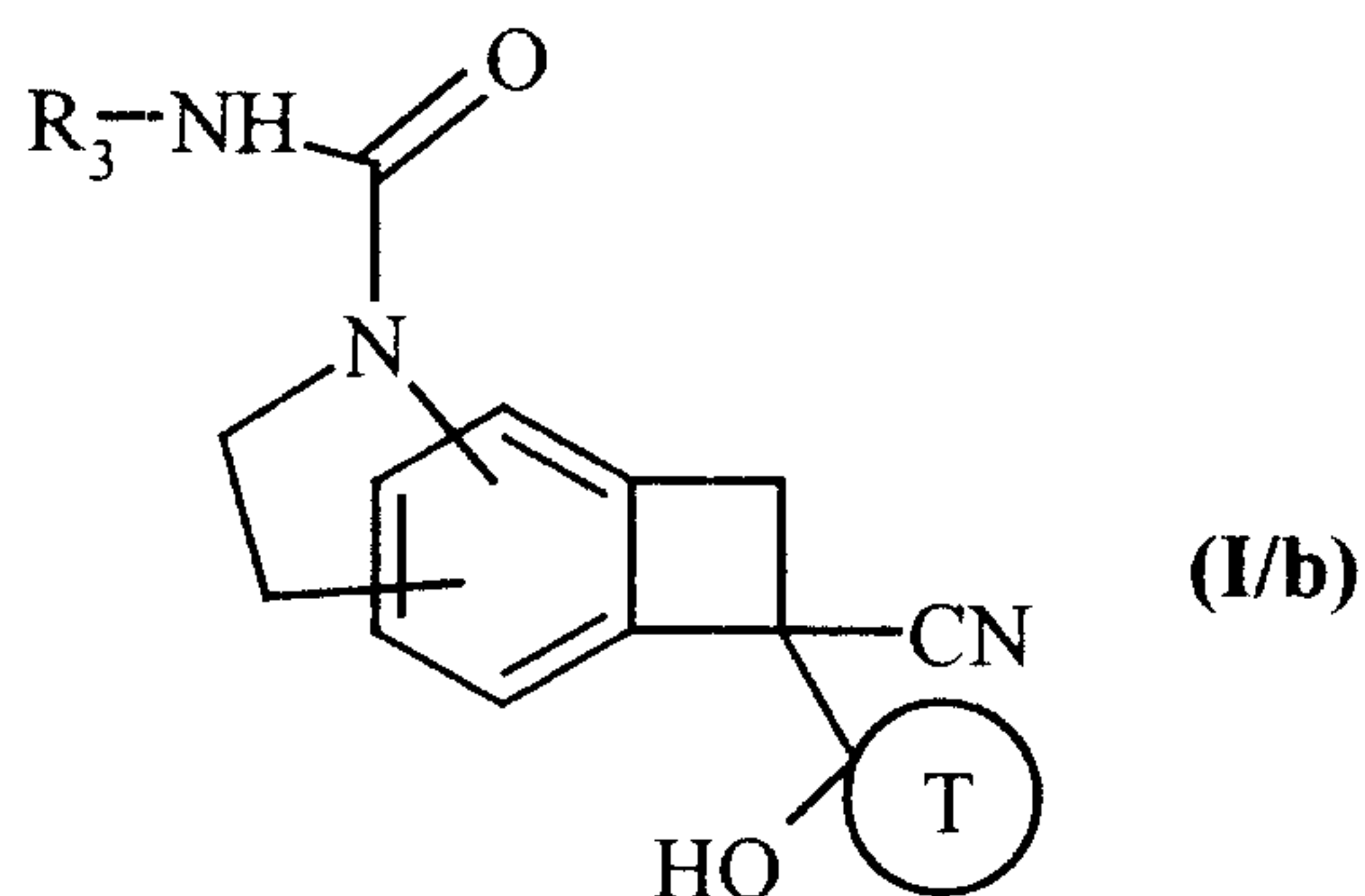
15

dans laquelle T est tel que défini précédemment,

composés de formule (XII) qui sont ensuite :

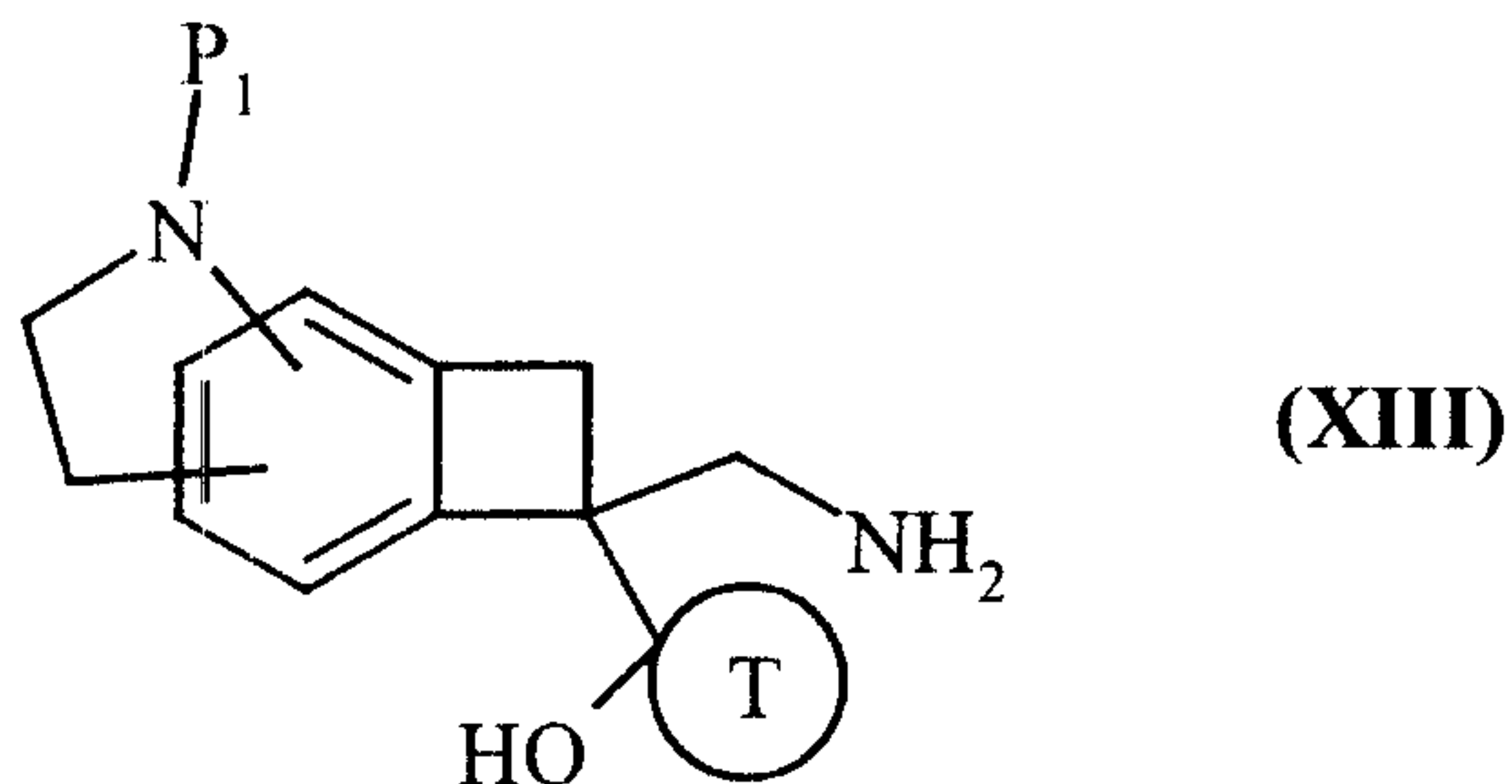
↳ soit traités par un isocyanate de formule (X) telle que décrite précédemment, pour conduire aux composés de formule (I/b), cas particulier des composés de formule (I),

- 8 -



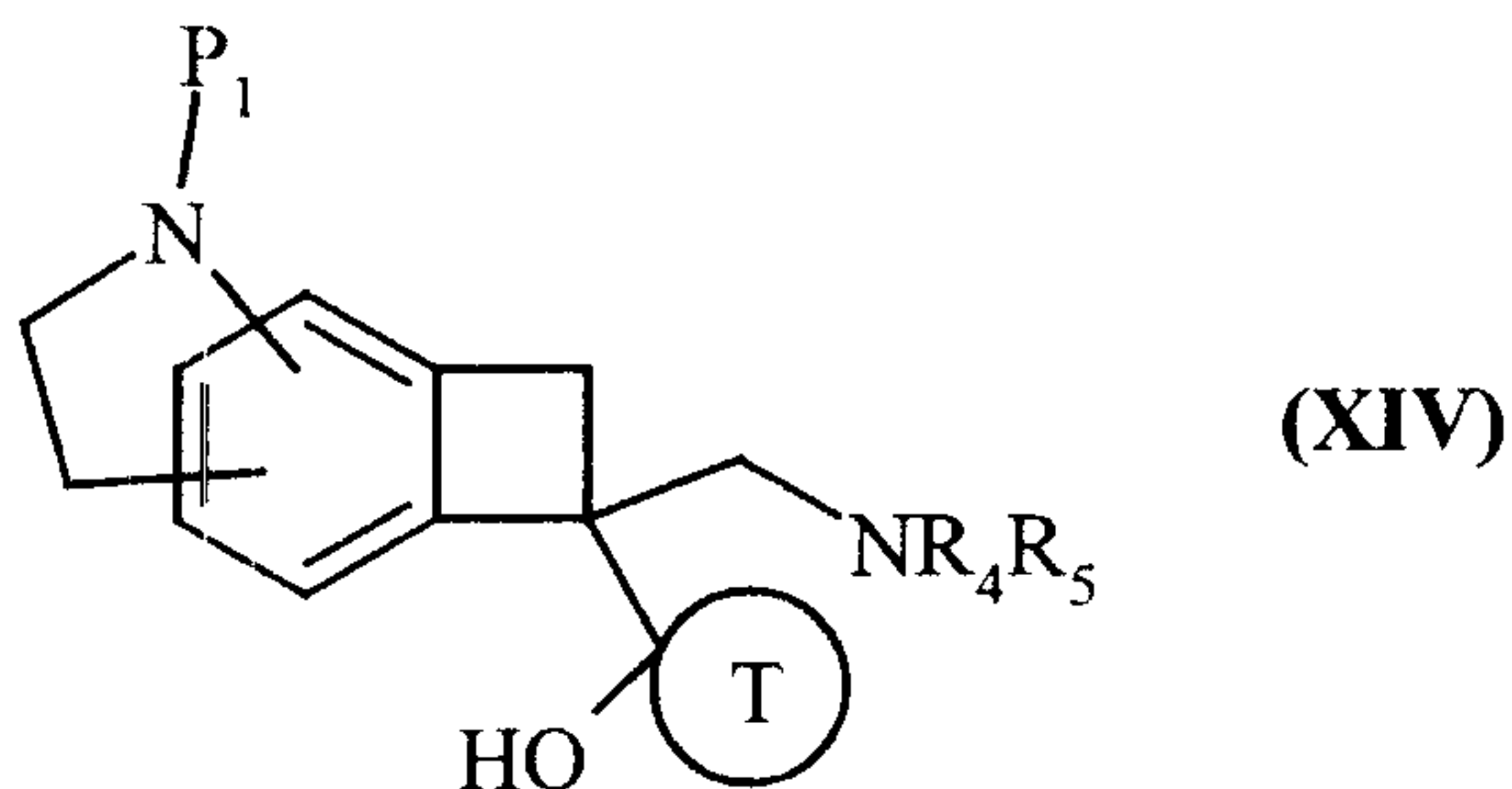
dans laquelle T et R<sub>3</sub> sont tels que définis précédemment,

5      ↳ **soit**, après protection de l'amine du groupe indoline, réduits selon les méthodes classiques de la synthèse organique, pour conduire aux composés de formule **(XIII)** :



dans laquelle T est tel que défini précédemment et P<sub>1</sub> est un groupement protecteur classique,

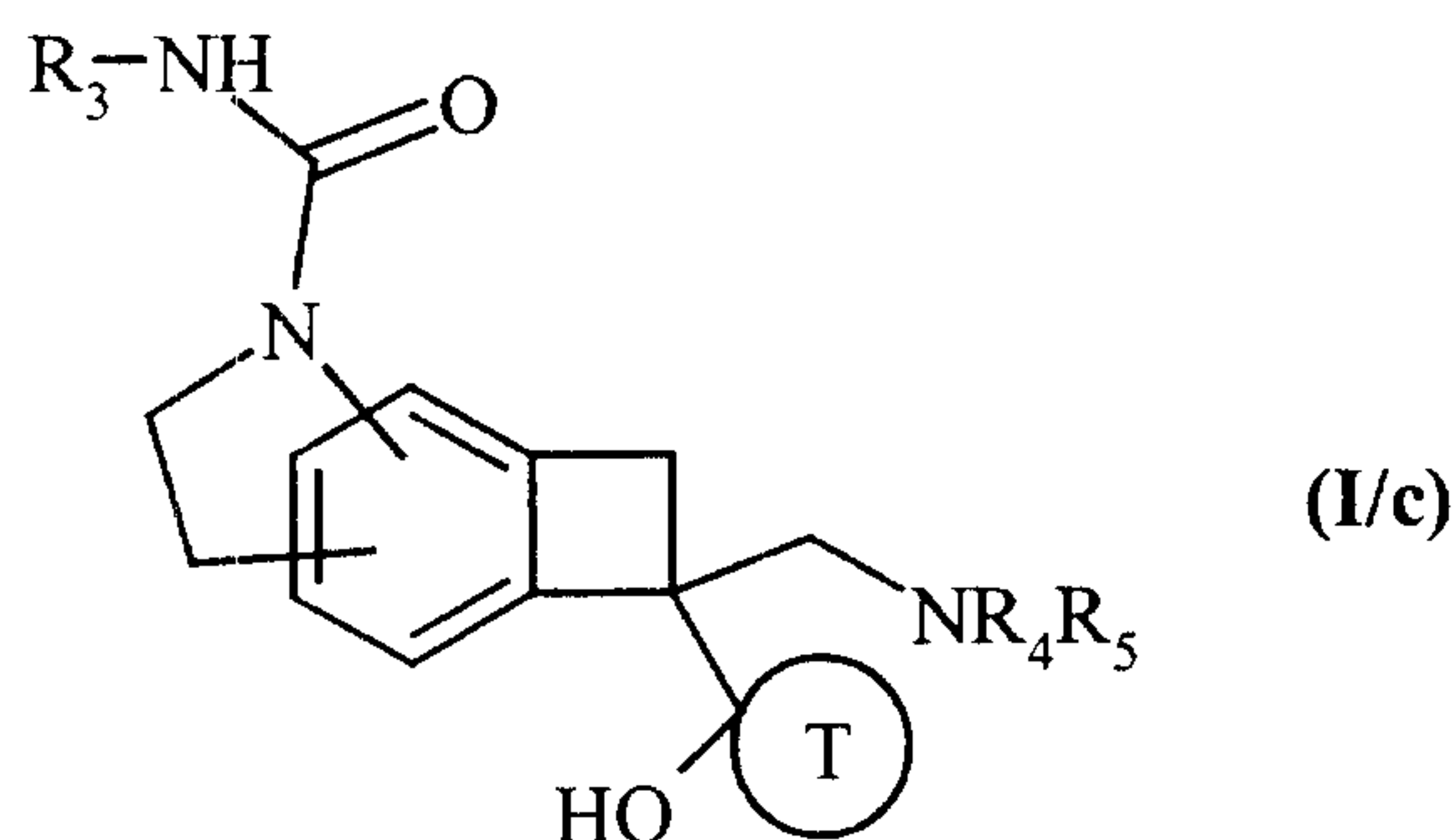
10      composés de formule (XIII) dont la fonction amine primaire est ensuite substituée et transformée en fonction amine secondaire puis tertiaire, en utilisant des méthodes usuelles de la chimie organique, pour conduire aux composés de formule **(XIV)** :



dans laquelle R<sub>4</sub> et R<sub>5</sub> ont les mêmes significations que dans la formule (I) et, T et P<sub>1</sub> sont tels que définis précédemment,

15      composés de formule (XIV) qui, après déprotection de l'atome d'azote du noyau indoline, sont traités par un composé de formule (X) telle que décrite précédemment, pour conduire aux composés de formule **(I/c)**, cas particulier des composés de formule (I) :

- 9 -



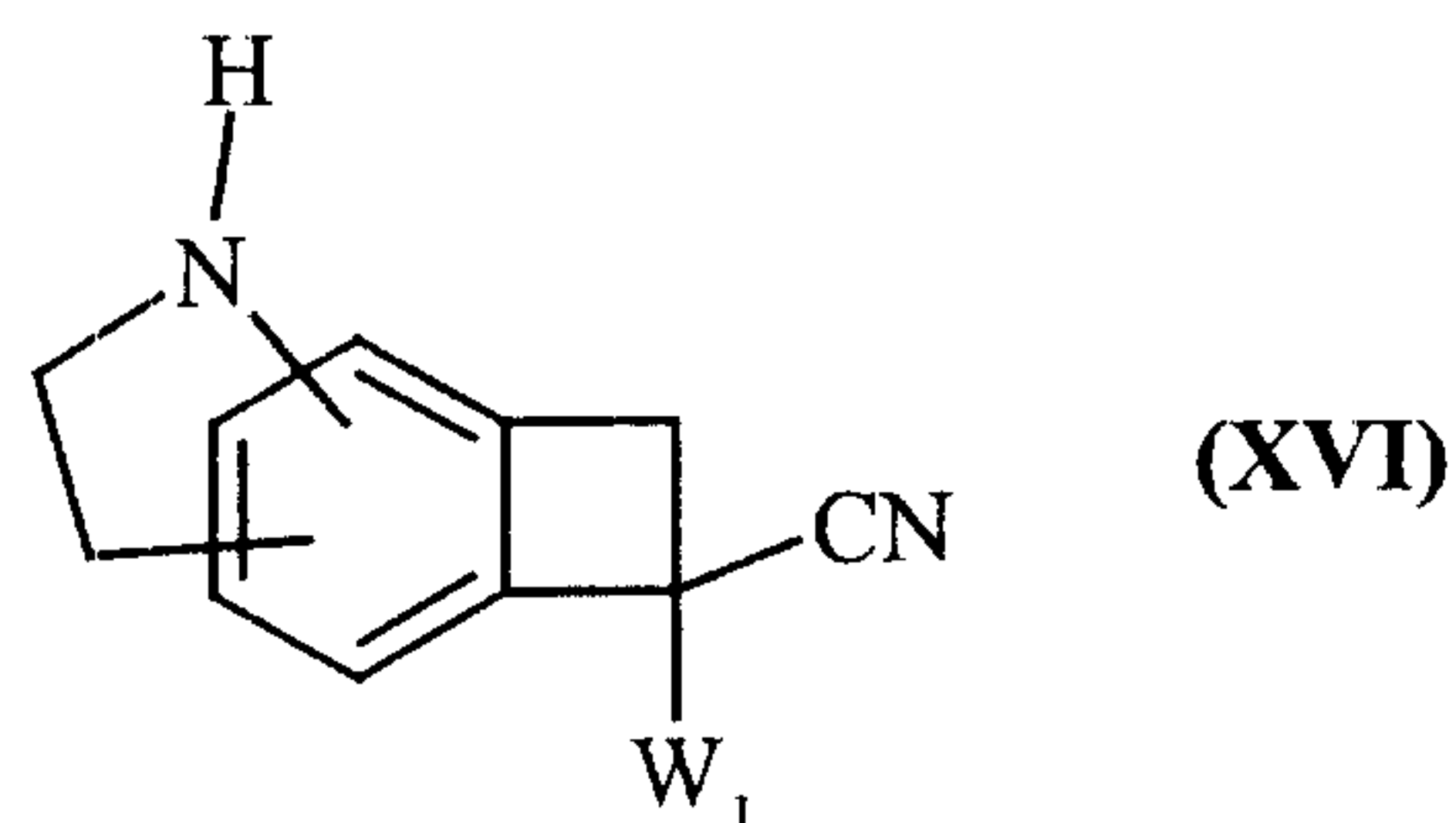
dans laquelle T, R<sub>4</sub>, R<sub>5</sub> et R<sub>3</sub> sont tels que définis précédemment,

★ soit par une base forte ou un alcoolate de métal alcalin, en présence d'un composé de formule (XV) :



dans laquelle W<sub>1</sub> représente un groupement alkyle (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié, arylalkyle (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié, cycloalkyle, ou cycloalkylalkyle (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié, et X représente un groupe partant tel qu'un atome d'halogène, un groupement trifluorométhylsulfonate, mésylate ou tosylate,

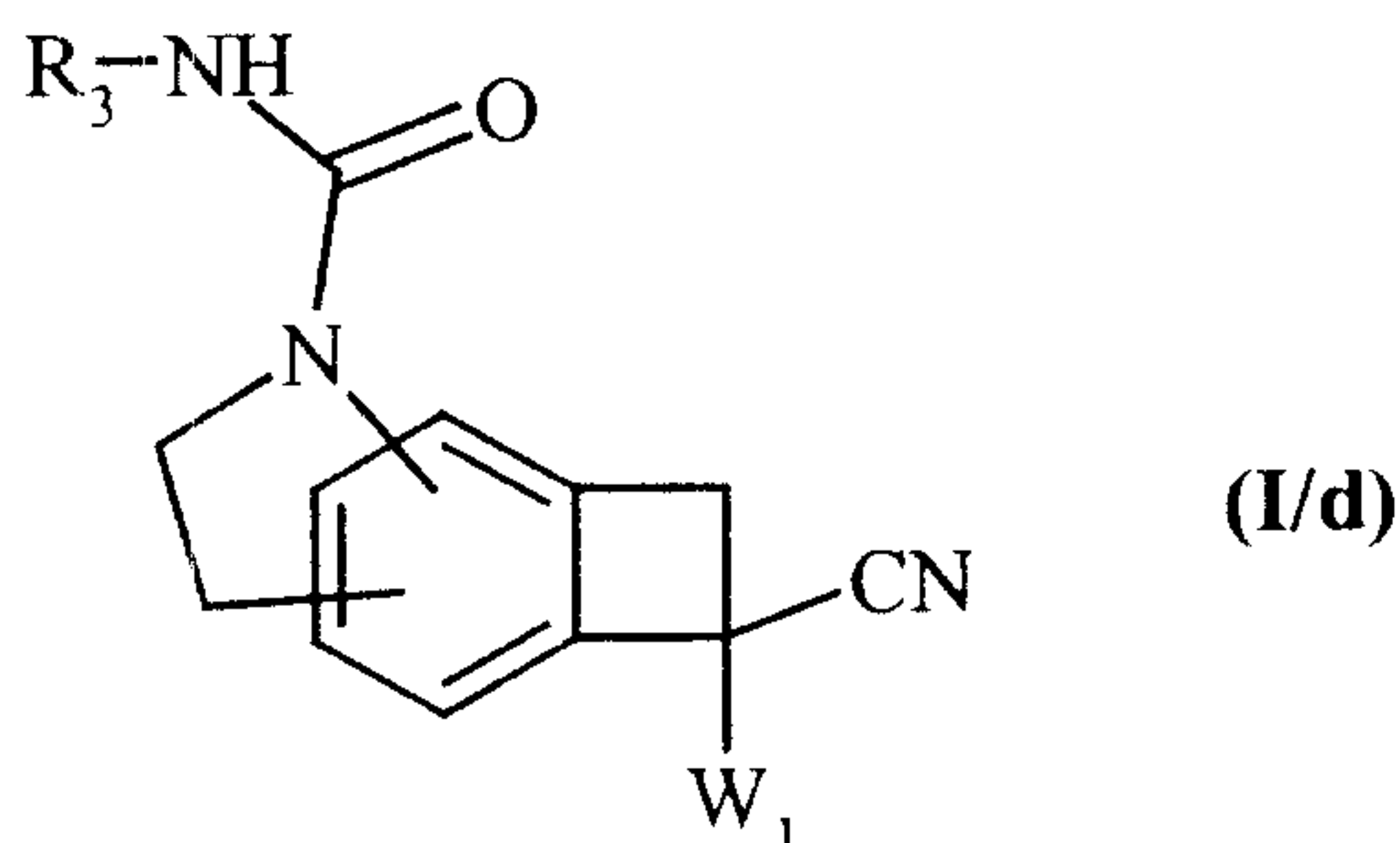
10 pour conduire aux composés de formule (XVI) :



dans laquelle W<sub>1</sub> est tel que défini précédemment,

composés de formule (XVI) qui sont :

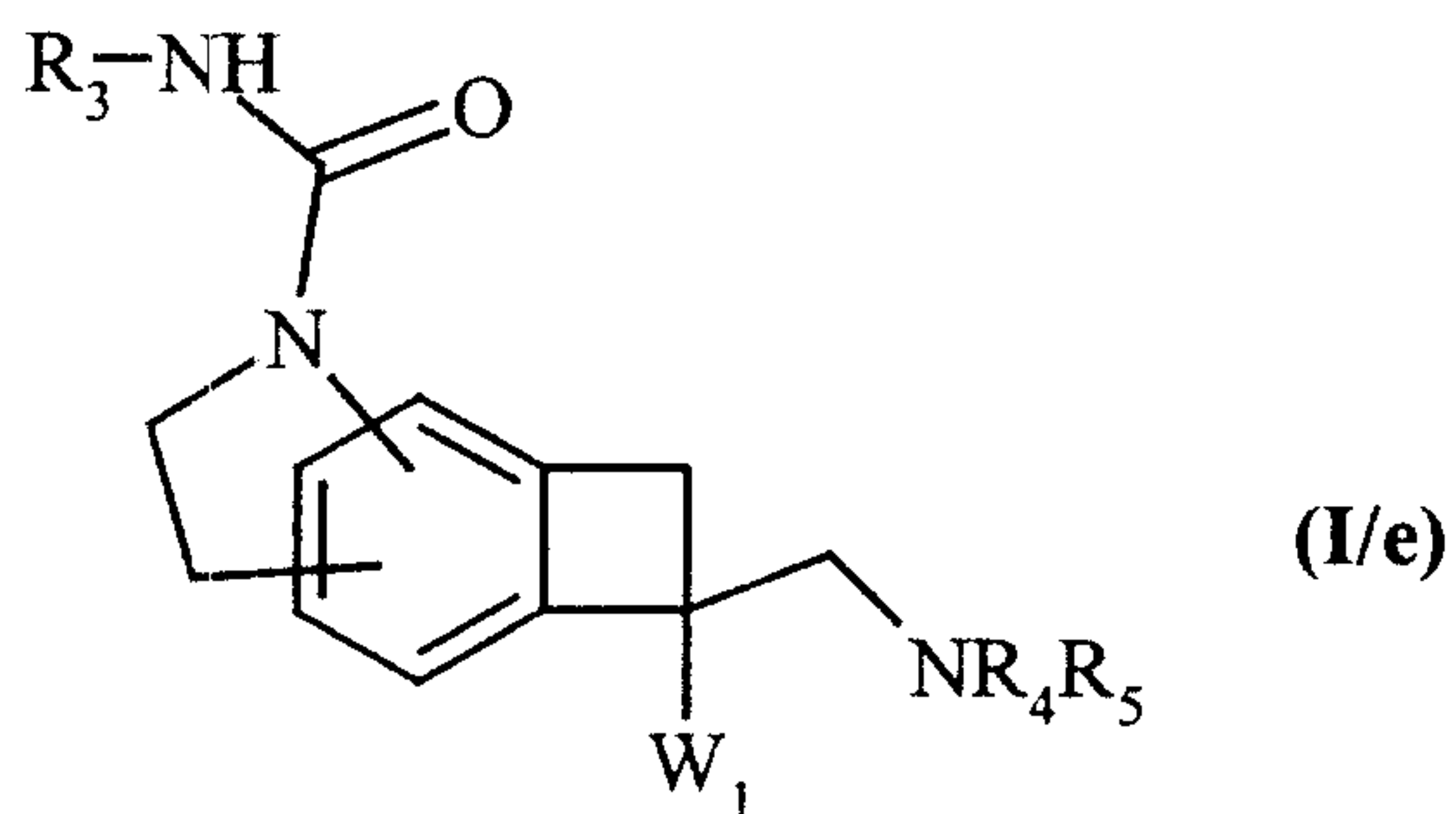
15 ↪ soit traités par un composé de formule (X) tel que décrit précédemment, pour conduire aux composés de formule (I/d), cas particulier des composés de formule (I) :



- 10 -

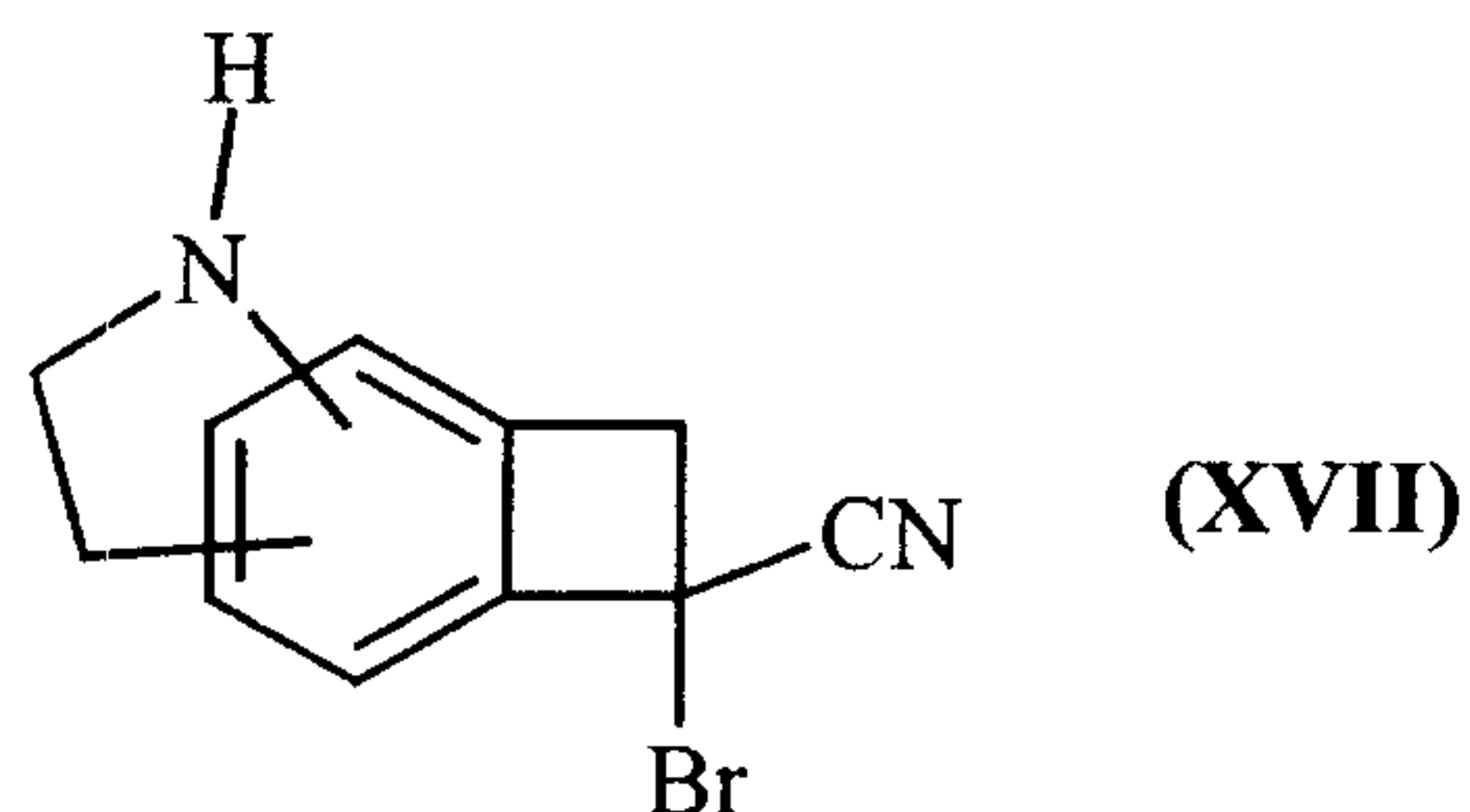
dans laquelle  $W_1$  et  $R_3$  sont tels que définis précédemment,

5  $\Rightarrow$  soit transformé, après protection de l'atome d'azote du noyau indoline, comme les composés de formule (XII) en amine primaire, secondaire puis tertiaire, pour conduire après déprotection et traitement en présence d'un composé de formule (X) telle que décrite précédemment, aux composés de formule (I/e), cas particulier des composés de formule (I) :



dans laquelle  $W_1$ ,  $R_3$ ,  $R_4$  et  $R_5$  sont tels que définis précédemment,

10  $\star$  soit par du dibrome dans un solvant organique chloré pour conduire aux composés de formule (XVII) :

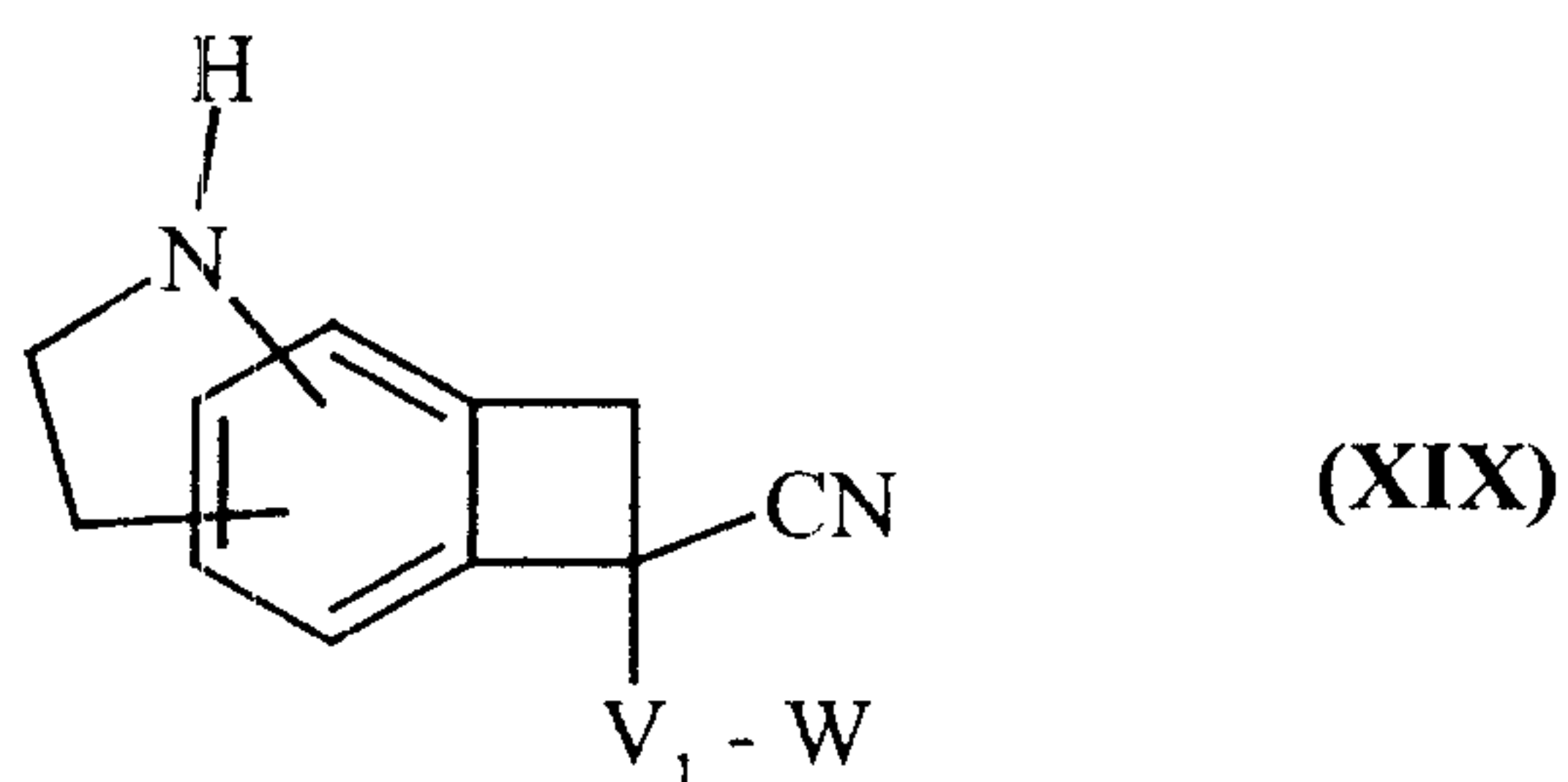


composés de formule (XVII) qui sont mis à réagir avec un composé de formule (XVIII) :



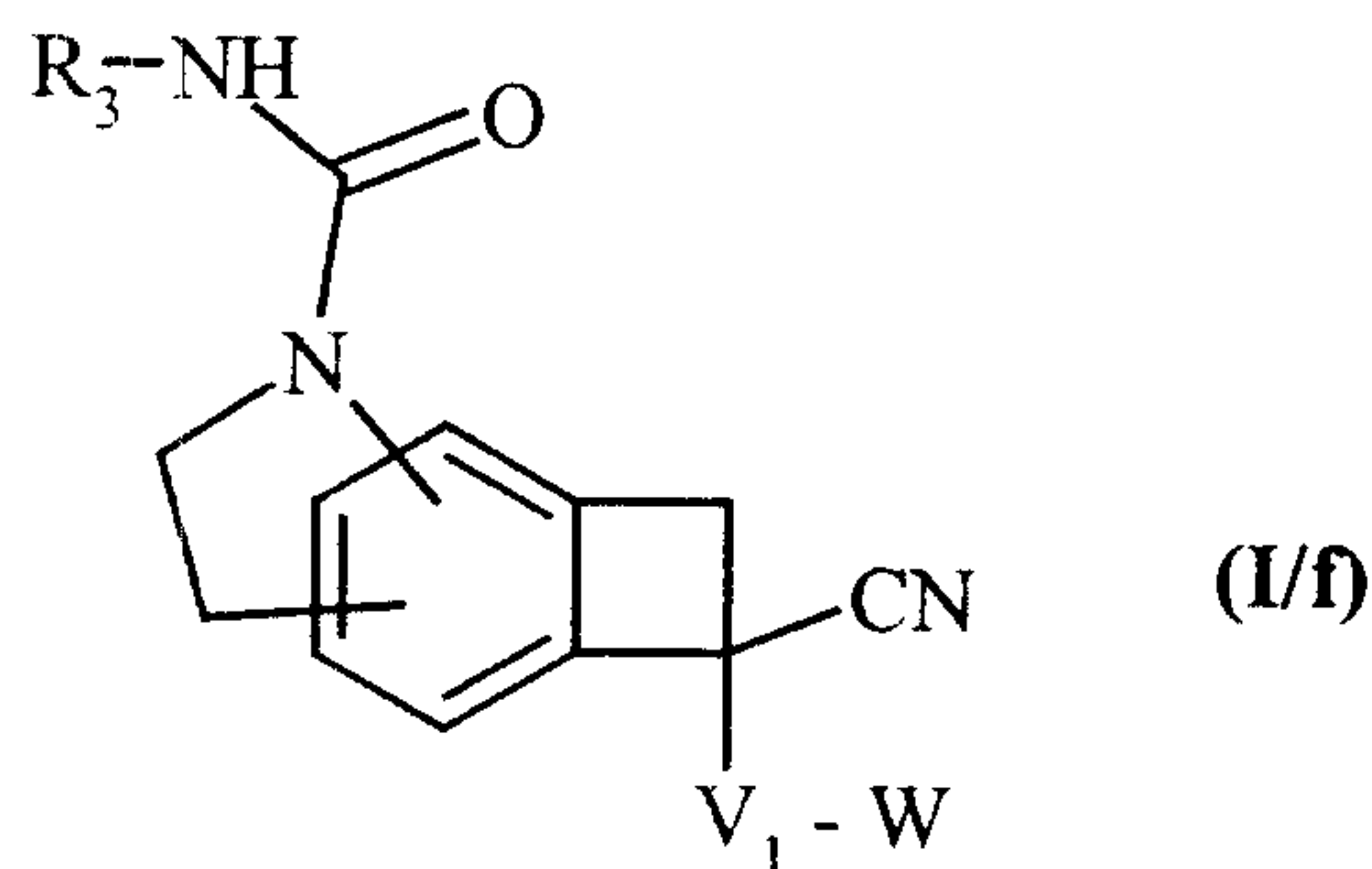
15 dans laquelle  $W$  a la même signification que dans la formule (I) et  $V_1$  représente un atome d'oxygène ou un atome de soufre,

pour conduire aux composés de formule (XIX) :



dans laquelle  $V_1$  et  $W$  sont tels que définis précédemment,  
composés de formule (XIX) qui sont :

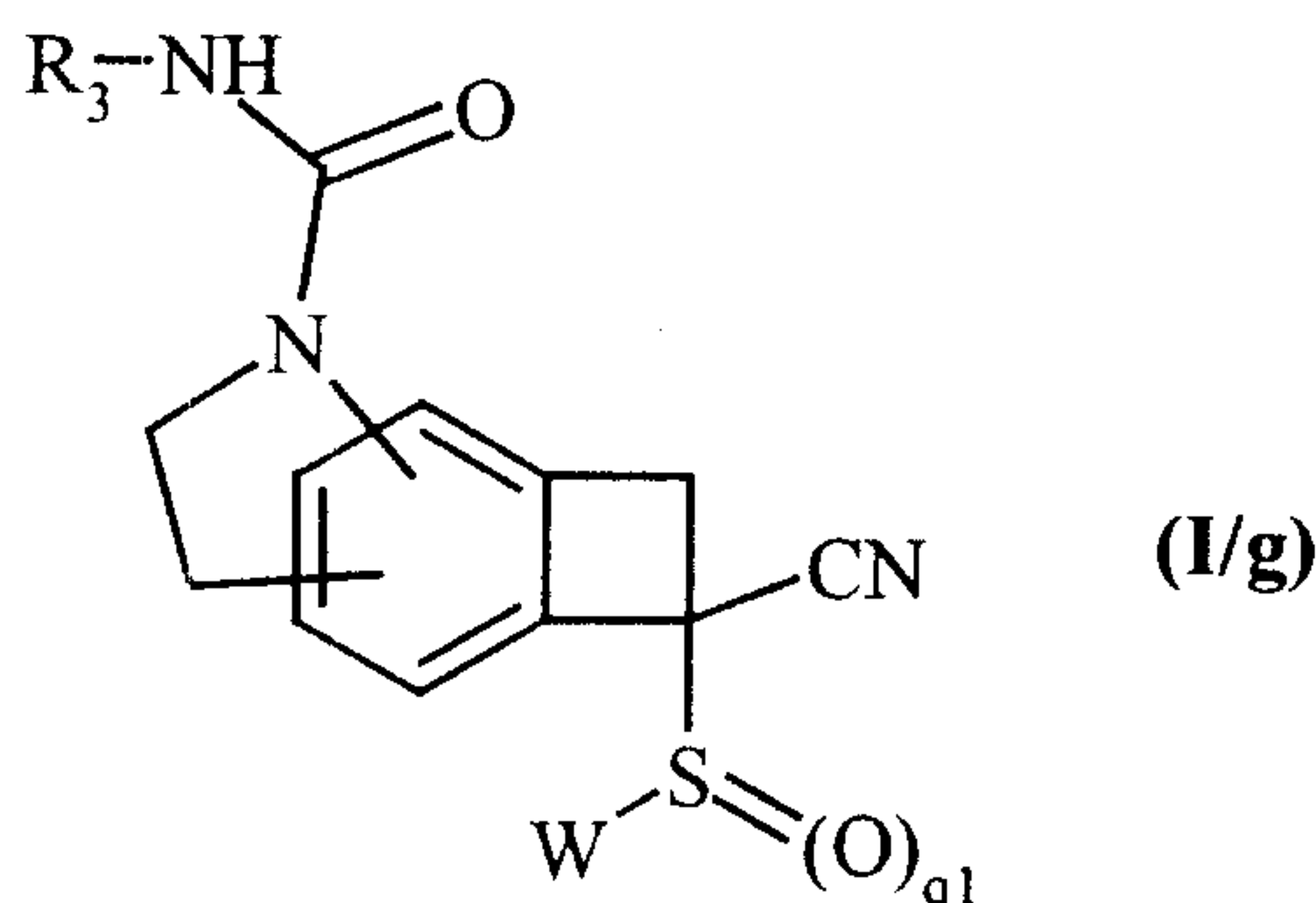
↳ **soit** traités par un composé de formule (X) tel que décrit précédemment,  
pour conduire aux composés de formule (I/f), cas particulier des composés de formule (I) :



5

dans laquelle  $R_3$ ,  $V_1$  et  $W$  sont tels que définis précédemment,  
composés de formule (I/f), dans le cas particulier où  $V_1$  représente un atome de soufre, qui  
peuvent être soumis à une oxydation dans des conditions classiques de la synthèse  
organique, pour conduire aux composés de formule (I/g), cas particulier des composés de  
formule (I) :

10

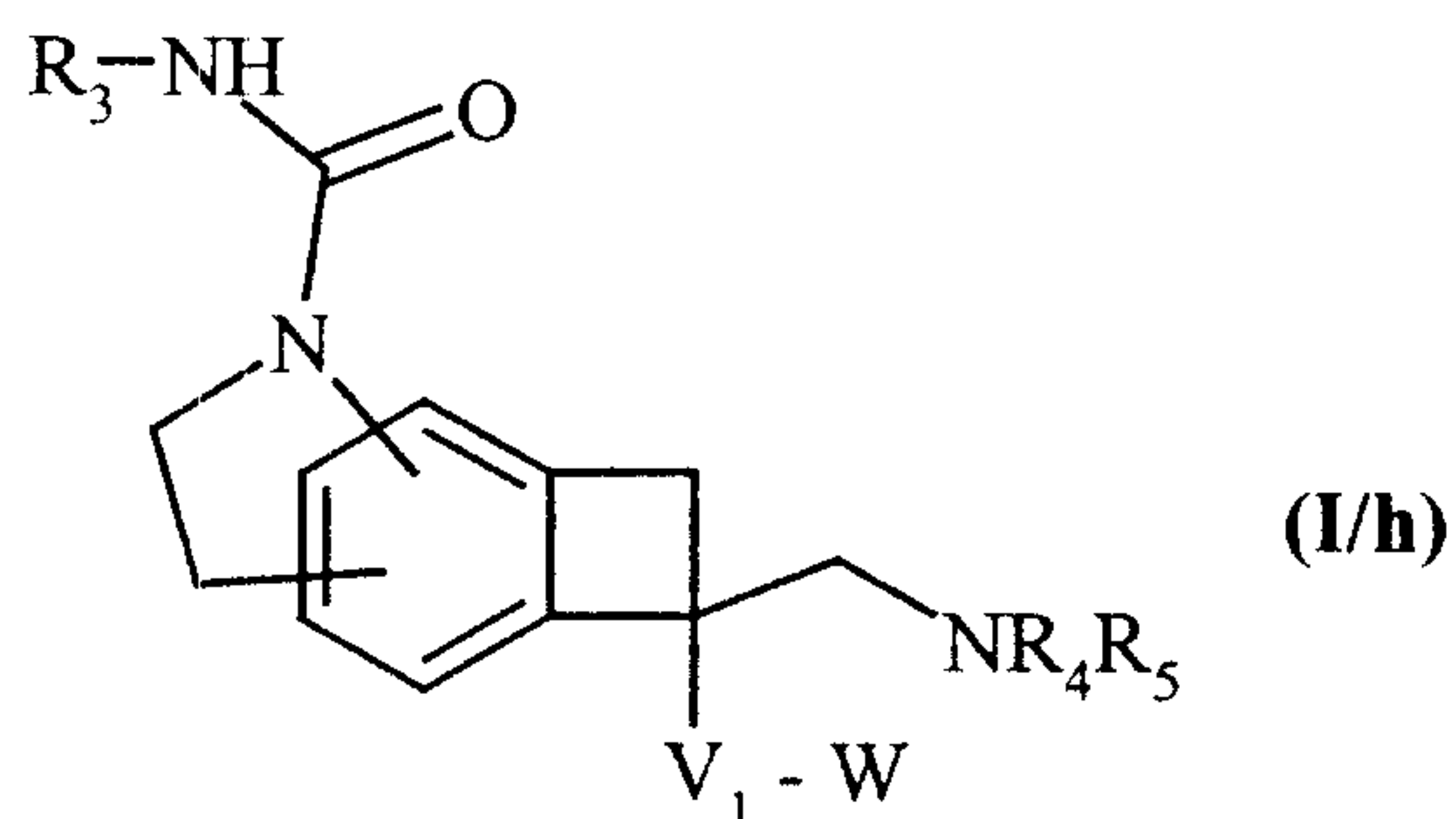


dans laquelle  $R_3$  et  $W$  sont tels que définis dans la formule (I) et  $q_1$  est un entier compris  
entre 1 et 2 inclus,

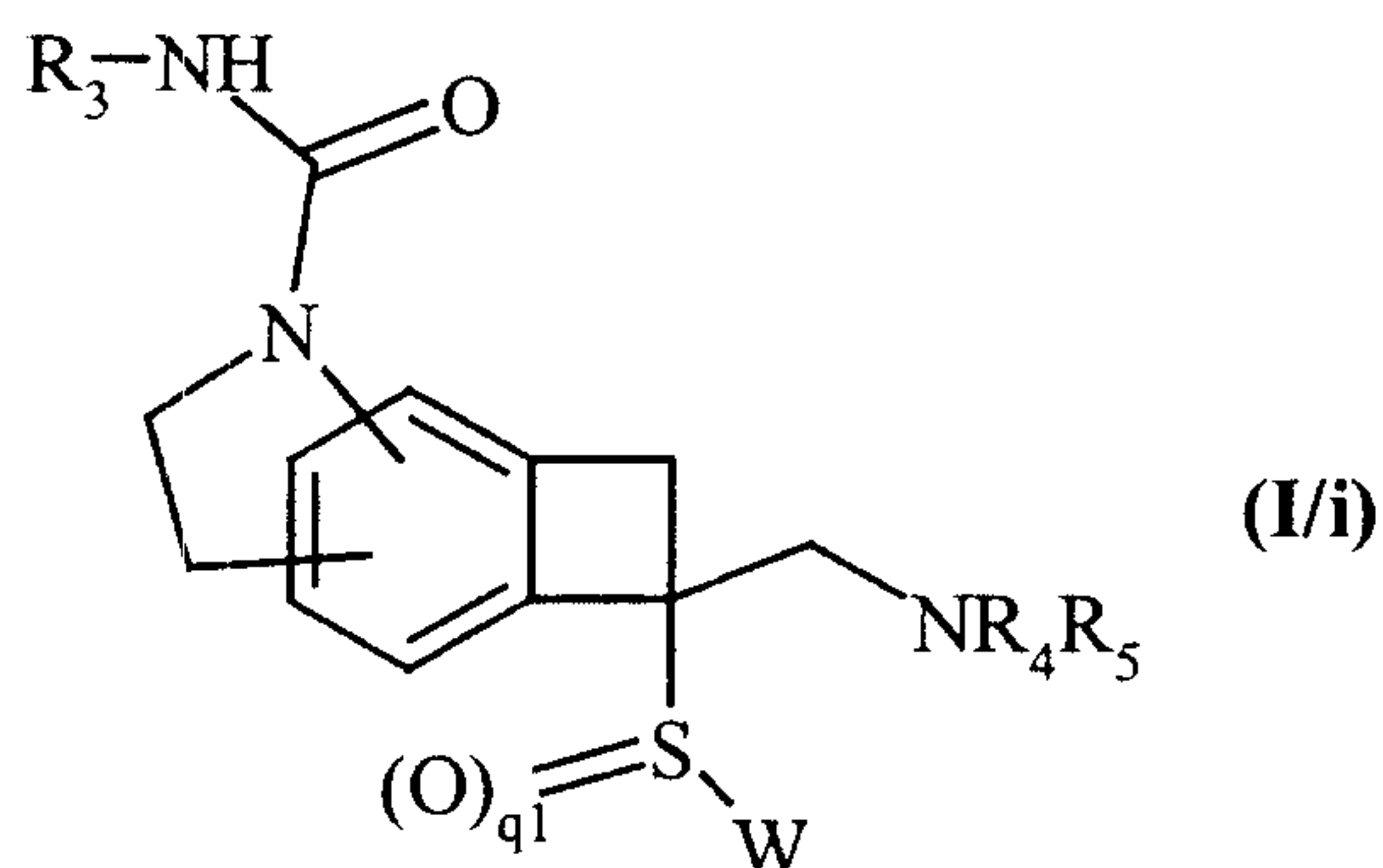
↳ **soit** protégés puis transformés, par la même séquence de réactions que les  
composés de formule (XII), en amine primaire, secondaire et tertiaire, pour conduire après  
déprotection et traitement par un composé de formule (X), tel que décrit précédemment,  
aux composés de formule (I/h), cas particulier des composés de formule (I) :

15

- 12 -

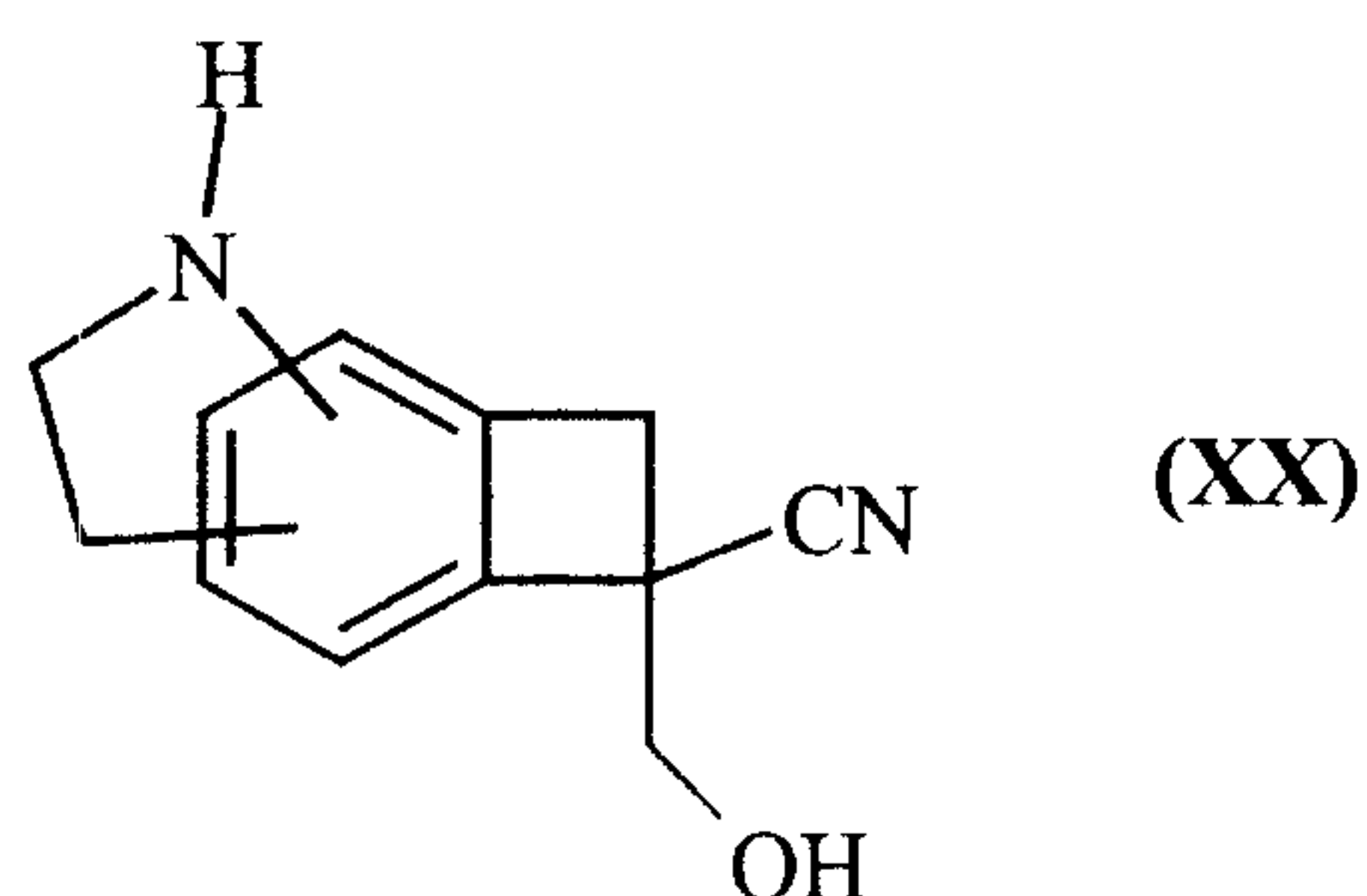


dans laquelle  $V_1$ ,  $W$ ,  $R_3$ ,  $R_4$  et  $R_5$  sont tels que définis précédemment, composés de formule (I/h) dans le cas particulier où  $V_1$  représente un atome de soufre, qui peuvent être soumis à une oxydation dans des conditions classiques de la synthèse organique, pour conduire aux composés de formule (I/i), cas particulier des composés de formule (I) :



dans laquelle  $W$ ,  $R_3$ ,  $R_4$ ,  $R_5$  et  $q_1$  sont tels que définis précédemment,

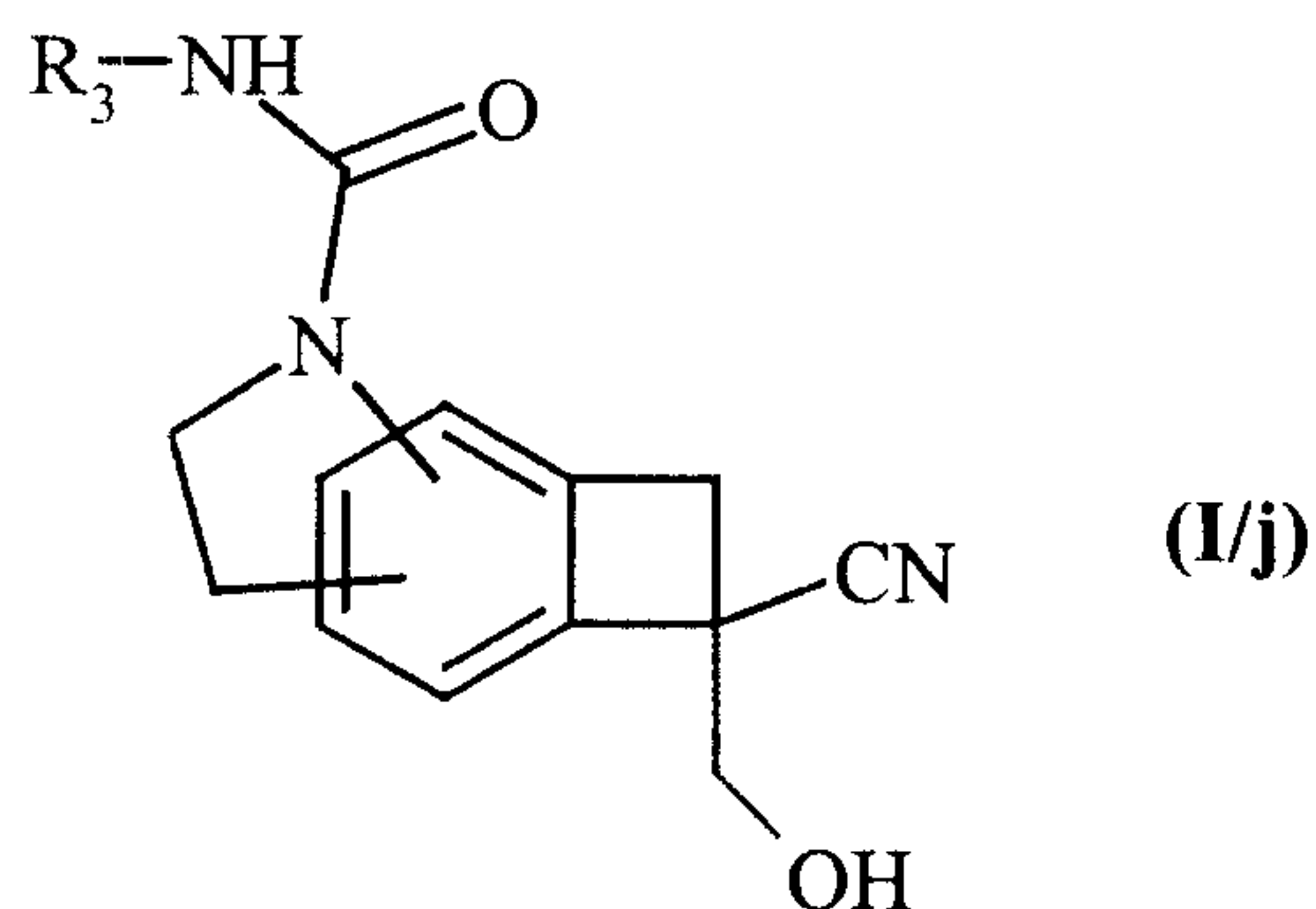
\* soit par un hydrure alcalin dans la diméthylformamide en présence de formaldéhyde, pour conduire aux composés de formule (XX) :



composés de formule (XX) qui sont :

↳ soit traités par un composé de formule (X) tel que décrit précédemment, pour conduire aux composés de formule (I/j), cas particulier des composés de formule (I) :

- 13 -



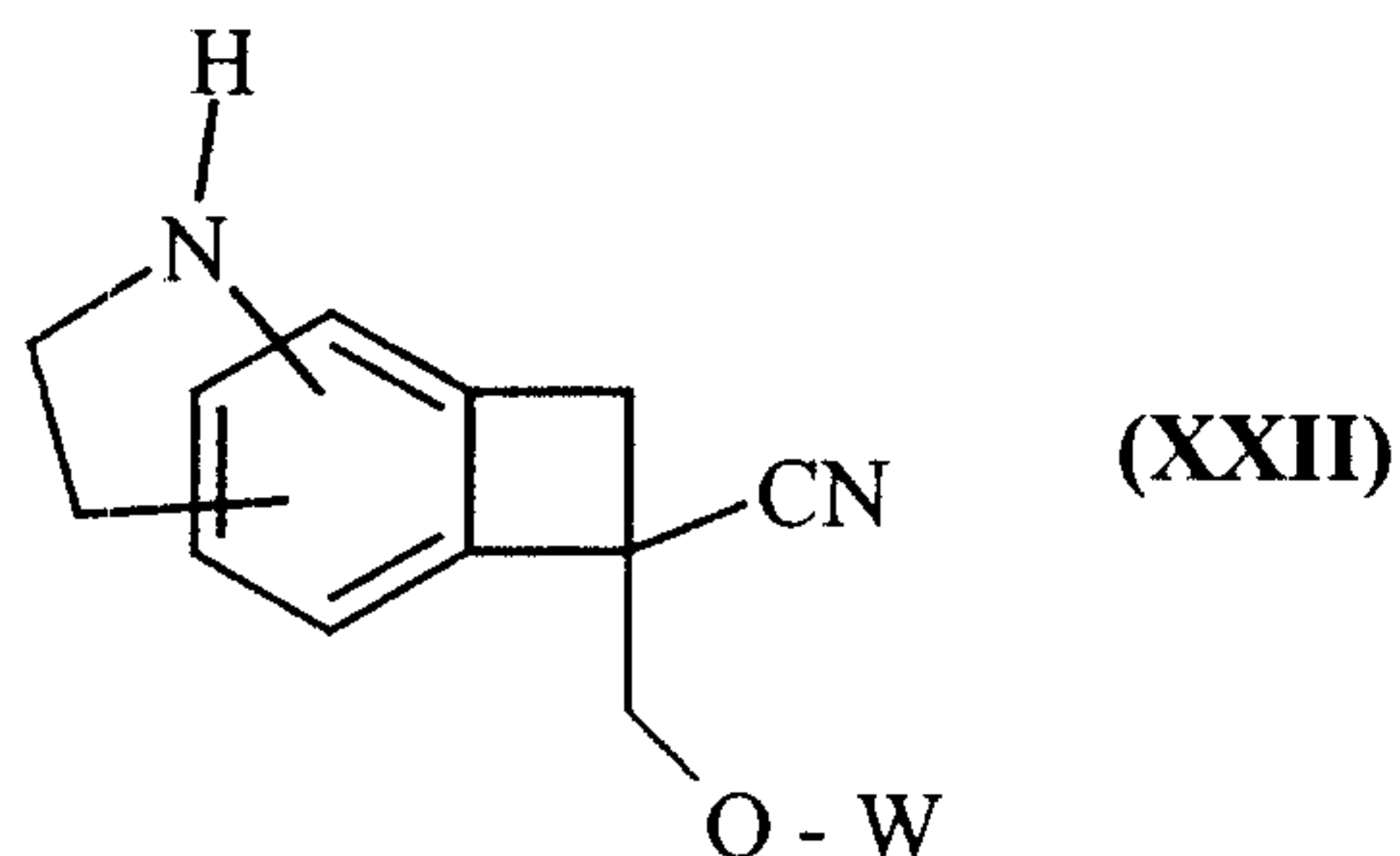
dans laquelle  $R_3$  est tel que défini dans la formule (I),

↳ soit protégés au niveau de l'atome d'azote du noyau indoline, puis traités selon les conditions de la réaction de Mitsunobu par un composé de formule (XXI) :



dans laquelle W est tel que défini dans la formule (I),

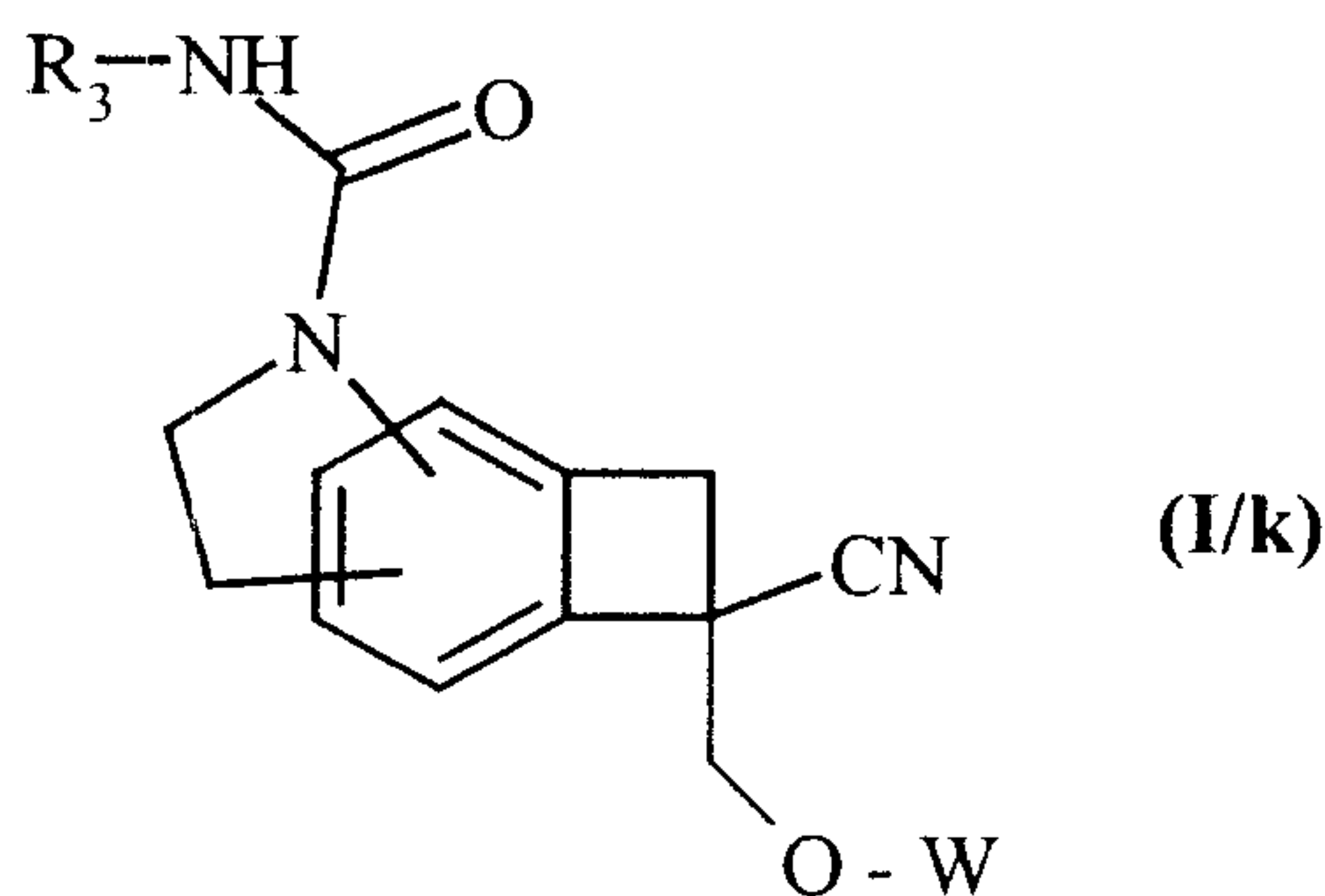
pour conduire, après déprotection de l'atome d'azote du noyau indoline, aux composés de formule (XXII) :



10 dans laquelle W est tel que défini précédemment,

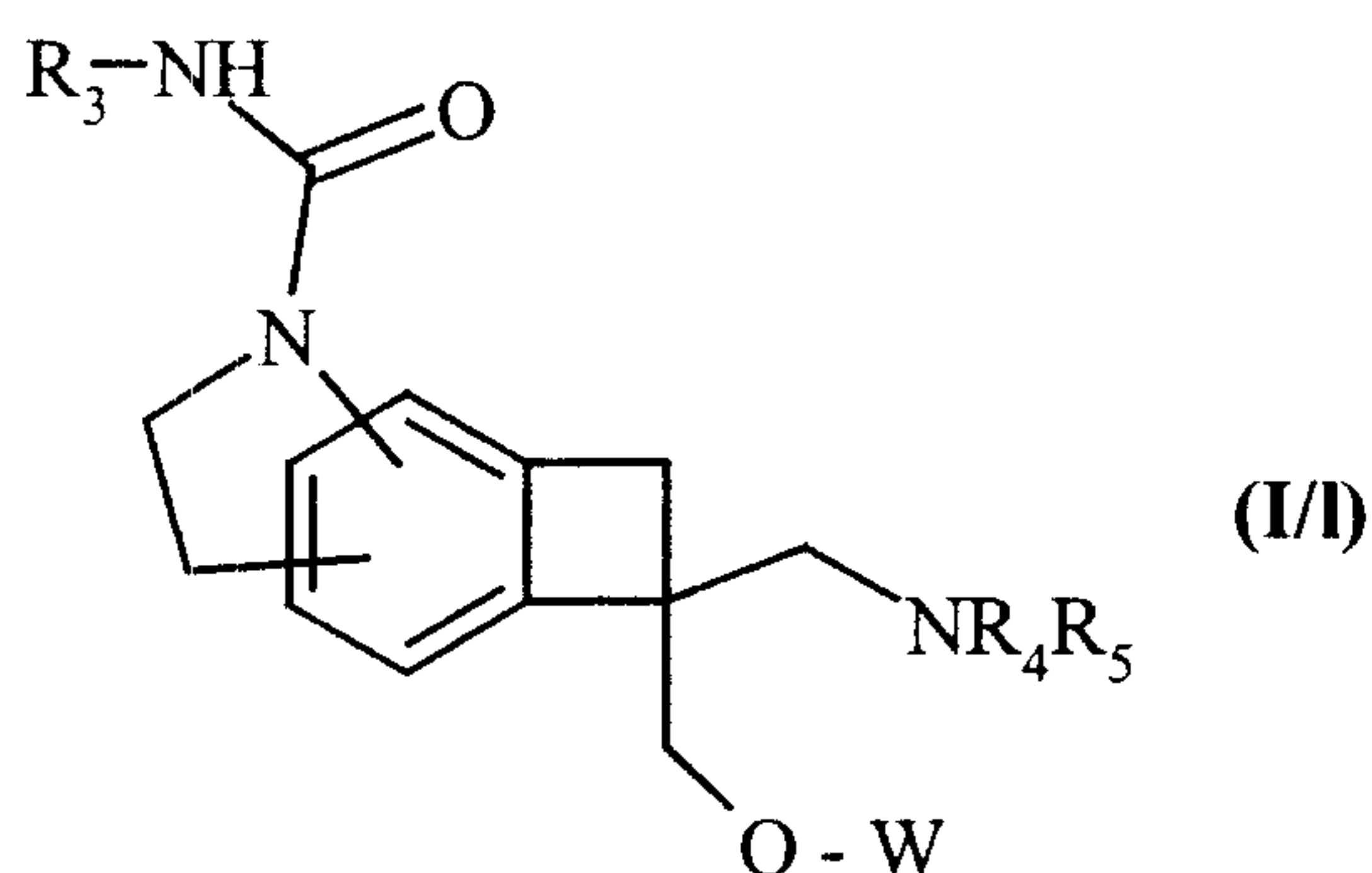
composés de formule (XXII) qui sont :

◆ soit traités par un composé de formule (X) tel que décrit précédemment, pour conduire aux composés de formule (I/k), cas particulier des composés de formule (I) :



15 dans laquelle  $R_3$  et W sont tels que définis précédemment,

◆ soit protégés puis transformés, par la même séquence de réaction que les composés de formule (XII), en amine primaire, secondaire et tertiaire, pour conduire après déprotection et traitement par un composé de formule (X), tel que décrit précédemment, aux composés de formule (I/I), cas particulier des composés de formule (I) :



5

dans laquelle  $R_3$ ,  $R_4$ ,  $R_5$  et  $W$  sont tels que définis précédemment,

les composés (I/a) à (I/l) forment l'ensemble des composés de l'invention, que l'on purifie le cas échéant, selon une technique classique de purification, qui peuvent, si on le désire, être séparés en leurs différents isomères selon une technique classique de séparation, et que l'on transforme, le cas échéant, en leurs sels d'addition à un acide ou à une base pharmaceutiquement acceptable.

10

Les composés de formule (II), (III), (V), (X), (XI), (XV), (XVIII) et (XXI) sont soit des produits connus, soit des produits obtenus à partir de substances connues selon des procédés classiques de la chimie organique.

15

Les composés de la présente invention, de part leurs propriétés pharmacologiques, sont utiles, en tant que médicament, dans le traitement de l'anxiété, des attaques de panique, des troubles obsessionnels compulsifs, des phobies, des troubles impulsifs, de l'abus de drogue, des troubles de la cognition, des psychoses, des dépressions, et des troubles de l'humeur.

20

La présente invention a également pour objet les compositions pharmaceutiques contenant comme principe actif au moins un composé de formule (I), ses isomères optiques, ses sels d'addition à un acide ou à une base pharmaceutiquement acceptable, seul ou en combinaison avec un ou plusieurs excipients ou véhicules inertes, non toxiques,

pharmaceutiquement acceptables.

Parmi les compositions pharmaceutiques selon l'invention, il sera cité plus particulièrement celles qui conviennent pour l'administration orale, parentérale (intraveineuse, intramusculaire ou sous-cutanée), per ou transcutanée, nasale, rectale, perlinguale, oculaire  
5 ou respiratoire, et notamment les comprimés simples ou dragéifiés, les comprimés sublinguaux, les gélules, les capsules, les suppositoires, les crèmes, les pommades, les gels dermiques, les préparations injectables ou buvables, les aérosols, les gouttes oculaires ou nasales, etc...

La posologie utile varie selon l'âge et le poids du patient, la voie d'administration, la nature  
10 et la sévérité de l'affection, et la prise de traitements éventuels associés et s'échelonne de 0,5 mg à 25 mg en une ou plusieurs prises par jour.

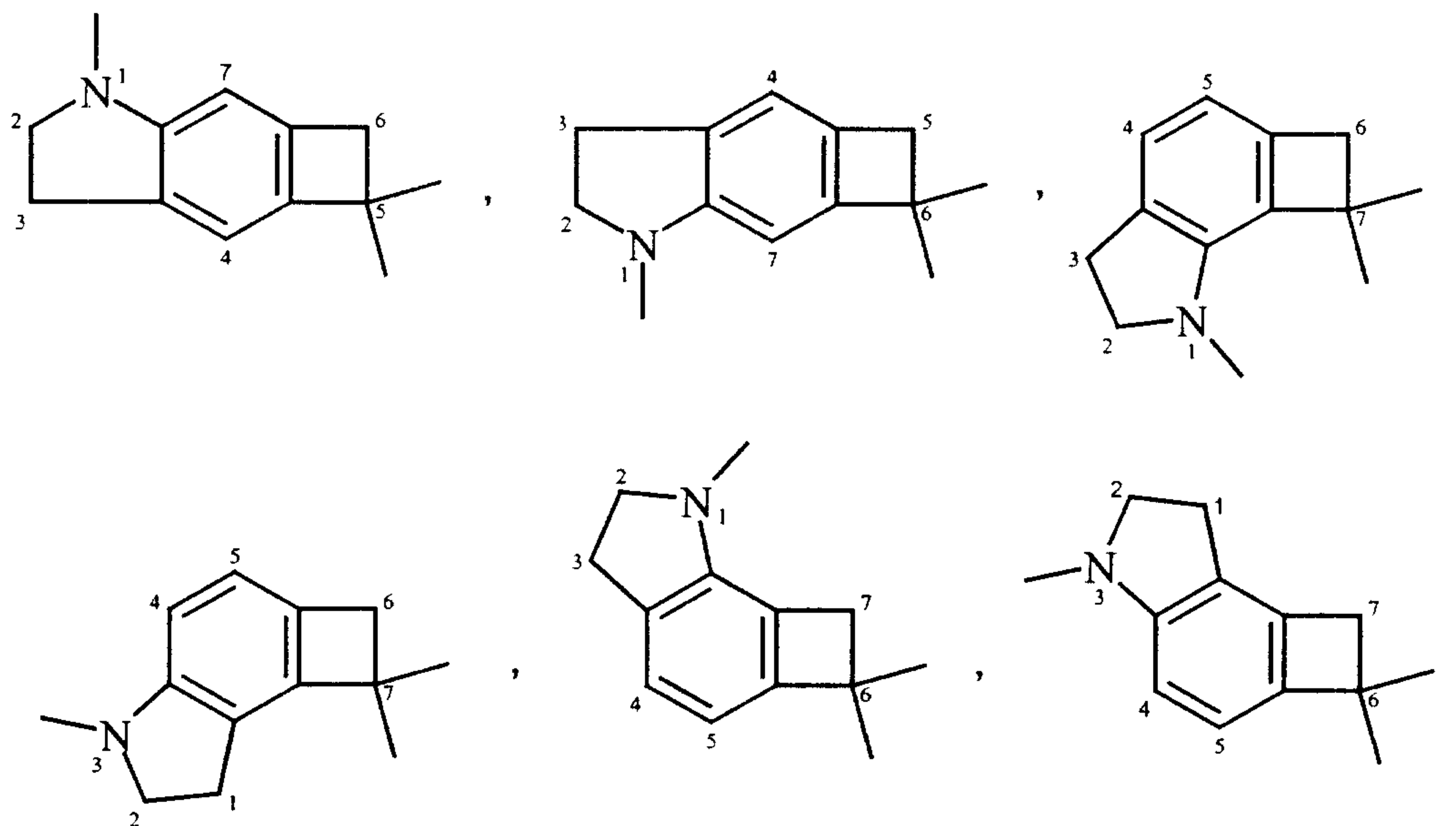
Les exemples suivants illustrent l'invention mais ne la limitent en aucune façon. Les produits de départ utilisés sont des produits connus ou préparés selon des modes opératoires connus. Les différentes préparations conduisent à des intermédiaires de  
15 synthèse utiles pour la préparation des composés de l'invention.

Les structures des composés décrits dans les exemples ont été déterminées selon les techniques spectrophotométriques usuelles (infrarouge, résonance magnétique nucléaire, spectrométrie de masse, ...).

Les points de fusion ont été déterminés soit à la platine chauffante de Kofler (K.), soit à la  
20 platine chauffante sous microscope (M.K.). Lorsque le composé existe sous forme de sel, le point de fusion donné correspond à celui du produit salifié.

A titre indicatif, la numérotation adoptée pour les systèmes tricycliques est la suivante :

- 16 -



**PREPARATION 1 : 2,3,5,6-Tétrahydro-1H-cyclobuta[f]indole-6-carbonitrile**

**Stade 1 : 5-[2,2-Diméthoxyéthyl)amino]benzocyclobutane-1-carbonitrile**

- 5 Sur une suspension de 13,5 g de 5-amino-benzocyclobutane-1-carbonitrile dans 400 ml de 1,2-dichloroéthane sont ajoutés par un goutte à goutte rapide, 26,5 ml d'une solution de 2,2-diméthoxy-acétaldéhyde à 45 % dans le tertbutylméthyléther, puis 16 ml d'acide acétique, puis par fraction, 39,7 g de triacétoxyborohydrure de sodium. Après élévation de la température à 29°C, le milieu réactionnel est ramené à température ambiante, agité
- 10 1 h 15 puis hydrolysé en versant le milieu sur 500 ml d'une solution aqueuse saturée au NaHCO<sub>3</sub>. La phase organique est séparée, lavée à l'eau, et concentrée sous pression réduite pour conduire au produit désiré.

**Stade 2 : 5-[N-(2,2-Diméthoxyéthyl)-N-(méthylsulfonyl)amino]benzocyclobutane-1-carbonitrile**

- 15 A une solution refroidie à 0°C de 21,6 g du produit obtenu au stade 1, 58 ml de pyridine et 225 ml de dichlorométhane sont ajoutés, en 20 minutes, 10,8 ml de chlorure de mésyle. Après 40 minutes d'agitation à 0°C puis 20 heures à température ambiante, le milieu réactionnel est versé sur 40 ml d'une solution aqueuse saturée en NaHCO<sub>3</sub>. Après

- 17 -

décantation et extraction par 2 fois 150 ml de dichlorométhane, les phases organiques jointes sont lavées à l'acide chlorhydrique 1N, séchées puis concentrées sous pression réduite pour conduire au produit attendu.

**Stade 3 : 1-(Méthylsulfonyl)-5,6-dihydro-1H-cyclobuta[f]indole-6-carbonitrile**

5 Sur 2,1 l de toluène à reflux sont coulés simultanément en 1 h 15, une solution de 10,9 ml de chlorure de titane dans 450 ml de toluène et une solution de 27,9 g du produit obtenu au stade 2 dans 450 ml de toluène. A la fin de l'addition, on laisse redescendre la température jusqu'à 40°C, puis verse sur 1,8 l d'une solution aqueuse saturée en NaHCO<sub>3</sub>. Après  
10 décantation, la phase aqueuse est extraite au toluène, les phases organiques sont réunies, lavées, séchées et concentrées. Le résidu est purifié par chromatographie sur gel de silice (dichlorométhane/cyclohexane : 75/25) permettant d'isoler le produit attendu ainsi que son régioisomère.

**Point de fusion : 142-144°C (M.K.)**

**Stade 4 : 5,6-Dihydro-1H-cyclobuta[f]indole-6-carbonitrile**

15 2,6 g du produit obtenu au stade 3 sont introduits dans une solution de 7,7 g de potasse dans 190 ml de méthanol. Après 12 heures à reflux, le méthanol est évaporé et le résidu repris par de l'éther. Après lavage, la phase organique est séchée et concentrée pour conduire au produit attendu.

**Point de fusion : 126-128°C (M.K.)**

20 **Stade 5 : 2,3,5,6-tétrahydro-1H-cyclobuta[f]indole-6-carbonitrile**

3,43 g du produit obtenu au stade 4 sont solubilisés dans 55 ml d'acide acétique. Dans le milieu réactionnel refroidi à 13°C, sont ajoutés, par portions, en 5 minutes, 3,84 g de cyanoborohydrure de sodium. Après retour à température ambiante, l'agitation est maintenue pendant 2 heures, puis le milieu réactionnel est refroidi à 0°C et amené à  
25 pH = 11 par addition d'une solution de soude (45 g dans 250 ml d'eau). La solution laiteuse obtenue est extraite à l'éther. Les phases organiques sont lavées, séchées et concentrées

- 18 -

pour conduire au produit attendu.

**Point de fusion : 85-87°C (M.K.)**

**PREPARATION 2 : 2,3,6,7-Tétrahydro-1H-cyclobuta[e]indole-7-carbonitrile**

**Stade 1 : 6,7-Dihydro-3H-cyclobuta[e]indole-7-carbonitrile**

- 5 Le produit est obtenu selon le procédé du stade 4 de la préparation 1 en utilisant comme substrat le régioisomère obtenu au stade 3 de la préparation 1.

**Stade 2 : 2,3,6,7-Tétrahydro-1H-cyclobuta[e]indole-7-carbonitrile**

Le produit est obtenu, à partir du composé obtenu au stade 1, selon le procédé du stade 5 de la préparation 1.

10 **PREPARATION 3 : 2,3,5,6-Tétrahydro-1H-cyclobuta[f]indole**

**Stade 1 : 4-[(2,2-Diméthoxyéthyl)amino]benzocyclobutane**

- 15 Une solution de 1 g du produit obtenu au stade 1 de la préparation 1, dans 20 ml de tétrahydrofurane et 0,22 ml d'éthanol anhydre est ajoutée, à -70°C, à 40 ml d'ammoniac liquide. 322 mg de sodium sont alors ajoutés par portions, et l'agitation est maintenue à -70°C pendant 20 minutes. La réaction est stoppée par addition de 1,72 g de NH<sub>4</sub>Cl, et on laisse tout l'ammoniac s'évaporer. Le milieu réactionnel est repris par une solution saturée en NH<sub>4</sub>Cl puis extrait à l'éther. La phase organique est ensuite séchée puis concentrée pour conduire au produit attendu.

**Stade 2 : 2,3,5,6-Tétrahydro-1H-cyclobuta[f]indole**

- 20 Le produit est obtenu selon le procédé de la préparation 1, des stades 2 à 5.

**Point de fusion : 68-70°C**

**PREPARATION 4 : 2,3,5,6-Tétrahydro-1H-cyclobuta[f]indol-6-ylméthanol****Stade 1 : 5-Amino-1-benzocyclobutanecarboxylate de méthyle**

9,74 g de 5-nitro-1-benzocyclobutanecarboxylate de méthyle sont mis à hydrogéner, à température ambiante et pression atmosphérique, en présence de Pd/C à 10 % pendant 6 h  
5 30. Après filtration et concentration sous pression réduite, le produit attendu est isolé.

**Stade 2 : 5-[(2,2-Diméthoxyéthyl)amino]-1-benzocyclobutanecarboxylate de méthyle**

Le produit est obtenu, à partir du composé du stade précédent, selon le procédé du stade 1 de la préparation 1.

**Stade 3 : 5-[N-(2,2-Diméthoxyéthyl)-N-(méthylsulfonyl)amino]-1-benzocyclobutanecarboxylate de méthyle**

Le produit est obtenu, à partir du composé du stade précédent, selon le procédé du stade 2 de la préparation 1.

**Stade 4 : 1-(Méthylsulfonyl)-5,6-dihydro-1H-cyclobuta[f]indole-6-carboxylate de méthyle**

Le produit est obtenu, à partir du composé du stade précédent, selon le procédé du stade 3 de la préparation 1.

**Stade 5 : [1-(Méthylsulfonyl)-5,6-dihydro-1H-cyclobuta[f]indol-6-yl]méthanol**

Sur une suspension de 0,42 g d'hydrure de lithium et aluminium dans 7 ml de tétrahydrofurane, maintenue à 0°C, est ajoutée, goutte à goutte, une solution de 1,6 g du produit obtenu au stade 4 dans 20 ml de tétrahydrofurane. Après 20 minutes, le milieu réactionnel est hydrolysé par 0,3 ml d'eau, 0,23 ml de soude à 20 %, puis 1,05 ml d'eau.  
20

- 20 -

Après filtration des sels, le filtrat est concentré sous pression réduite pour conduire au produit attendu.

**Stade 6 : 5,6-Dihydro-1H-cyclobuta[f]indol-6-ylmethanol**

Le produit est obtenu, à partir du composé du stade précédent, selon le procédé du stade 4  
5 de la préparation 1.

**Stade 7 : 2,3,5,6-Tétrahydro-1H-cyclobuta[f]indol-6-ylméthanol**

Le produit est obtenu, à partir du composé du stade précédent, selon le procédé du stade 5  
de la préparation 1. Le composé est isolé après une chromatographie sur gel de silice  
(dichlorométhane/éthanol : 97/3).

10 **PREPARATION 5 : 2,3,6,7-Tétrahydro-1H-cyclobuta[g]indol-7-ylméthanol**

**Stade 1 : 6-Acétyl-1-benzocyclobutanecarbonitrile**

Une solution composée de 55,94 g de 6-trifluoroacétyl-1-benzocyclobutanecarbonitrile  
dans 600 ml de pyridine est dégazée à l'azote pendant 15 minutes ; 30,5 ml de  
triéthylamine, 117,44 ml de butylvinyléther, 2,25 g de 1,3-bis-(diphénylphosphino)propane  
15 et 1,02 g d'acétate de palladium sont ajoutés et le milieu réactionnel est porté au reflux  
pendant 2 heures. 400 ml d'acide chlorhydrique 1N sont ensuite introduits goutte à goutte  
en 1 heure, et après 3 heures d'agitation à température ambiante, le milieu réactionnel est  
extrait à l'éther. Les phases organiques sont lavées, séchées et concentrées pour conduire à  
un résidu qui est purifié par chromatographie sur gel de silice (dichlorométhane : 100 %)  
20 permettant d'isoler le produit attendu.

**Point de fusion : 55-59°C**

**Stade 2 : 6-Hydroxyiminoéthyl-1-benzocyclobutanecarbonitrile**

10,07 g du produit du stade 1 et 6,13 g de chlorhydrate d'hydroxylamine dans 200 ml de

- 21 -

pyridine sont agités à température ambiante pendant 19 heures. Après évaporation de la pyridine, l'huile jaune obtenue est reprise par du dichlorométhane et de l'eau. La phase organique est séparée, séchée et concentrée permettant d'isoler le produit attendu.

**Point de fusion : 108-110°C**

5            **Stade 3 : *N-(1-Cyanobenzocyclobutan-6-yl)acétamide***

A une solution de 8,9 g du produit obtenu au stade 2 dans 160 ml d'éther, refroidie à 0°C, sont ajoutés en quatre fois 9,96 g de PCl<sub>5</sub>. Après 2 heures d'agitation à 0°C, le milieu réactionnel est ramené à température ambiante pendant 12 heures, puis versé sur un mélange eau/glace et agité pendant 20 minutes. Après décantation et extraction à l'éther,  
10 les phases organiques réunies sont séchées puis concentrées sous pression réduite pour conduire au produit attendu.

**Point de fusion : < 50°C**

**Stade 4 : *6-Amino-1-benzocyclobutanecarboxylate d'éthyle***

Un courant d'HCl gazeux est introduit jusqu'à saturation d'une solution de 5,04 g du  
15 produit obtenu au stade 3 dans 400 ml d'éthanol anhydre à 0°C. Le milieu réactionnel est ensuite porté à reflux pendant 18 heures. Après concentration du solvant, le résidu est repris à l'eau glacée, basifié par une solution de carbonate de sodium et extrait au dichlorométhane. La phase organique est séparée, séchée et concentrée pour obtenir le produit attendu.

20            **Stade 5 : *2,3,6,7-Tétrahydro-1H-cyclobuta[g]indol-7-ylméthanol***

Le produit est obtenu, à partir du composé du stade précédent, selon les procédés des stades 2 à 7 de la préparation 4.

**PREPARATION 6 : *2,3,5,6-Tétrahydro-1H-cyclobuta[f]indole-5-carbonitrile***

Le produit est obtenu selon le procédé de la préparation 1, des stades 1 à 5, en utilisant

- 22 -

comme substrat au stade 1 le 4-amino-1-benzocyclobutanecarbonitrile.

**Point de fusion : 103-107°C**

**PREPARATION 7 : 2,3,5,6-Tétrahydro-1*H*-cyclobuta[*f*]indol-5-ylmethanol**

5 Le produit est obtenu selon le procédé de la préparation 4, des stades 1 à 7, en utilisant comme substrat au stade 1 le 4-nitro-1-benzocyclobutanecarboxylate d'éthyle.

**PREPARATION 8 : Nicotinoyl azide**

10 Sur une suspension de 12,3 g d'acide nicotinique dans 100 ml de diméthylformamide, 14,2 ml de triéthylamine sont additionnés, puis après refroidissement à 0°C, 22 ml de diphenylphosphorylazide dans 50 ml de diméthylformamide sont ajoutés. Après 2 heures d'agitation, le milieu réactionnel est coulé sur de la glace. Après extraction à l'éther, la phase organique est lavée avec une solution de NaHCO<sub>3</sub>, séchée puis concentrée pour donner 9,68 g du produit attendu.

**PREPARATION 9 : Phényl 6-[(2-méthyl-3-pyridinyl)oxy]-3-pyridinylcarbamate**

**Stade 1 : 6-[(2-Méthyl-3-pyridinyl)oxy]-3-pyridinylamine**

15 Une solution de 14,35 g de chlorure d'étain dans 30 ml d'acide chlorhydrique concentré est ajoutée à un mélange de 5 g de 2-(2-méthylpyridi-3-yloxy)5-nitropyridine et portée à reflux pendant 1 heure. Le milieu réactionnel est refroidi et amené à pH basique par addition de soude concentré. Après filtration d'un précipité, la phase aqueuse est extraite à l'acétate d'éthyle. Après traitement usuel, le produit attendu est isolé sous la forme d'une  
20 poudre violette.

**Point de fusion : 95-100°C (M.K.)**

**Stade 2 : Phényl 6-[(2-méthyl-3-pyridinyl)oxy]-3-pyridinylcarbamate**

- 23 -

3 ml de chloroformiate de méthyle sont ajoutés goutte à goutte sur une solution de 4,5 g du produit obtenu au stade 1, 3,3 ml de triéthylamine et 180 ml de dichlorométhane, maintenue à  $-20^{\circ}\text{C}$ . Après retour à température ambiante, le milieu réactionnel est lavé au bicarbonate de sodium, séché et concentré sous pression réduite. Une chromatographie sur gel de silice du résidu (dichlorométhane/éthanol/ $\text{NH}_4\text{OH}$  : 98/2/0,29) permet d'isoler le produit attendu.

**EXEMPLE 1 : N-(3-Pyridinyl)-2,3,5,6-tétrahydro-1H-cyclobuta[f]indole-1-carboxamide**

7,4 g du composé de la préparation 8 dans 40 ml de toluène sont portés à reflux pendant 2 h 30, puis refroidis à température ambiante. 0,99 g du produit de la préparation 3 dissout dans 50 ml de dichlorométhane sont alors introduits goutte à goutte. Après 18 heures d'agitation, le milieu réactionnel est filtré, et le filtrat est concentré sous pression réduite. Une chromatographie sur gel de silice (dichlorométhane/éthanol : 95/5) permet d'isoler le produit attendu qui est ensuite recristallisé de l'éthanol.

**Point de fusion : 178-180°C (M.K.)**

**EXEMPLE 2 : 6-(Hydroxyméthyl)-N-(3-pyridinyl)-2,3,5,6-tétrahydro-1H-cyclobuta[f]indole-1-carboxamide**

Le produit est obtenu selon le procédé de l'exemple 1 en utilisant comme substrat le composé de la préparation 4.

**Point de fusion : 195-200°C (M.K.)**

**EXEMPLE 3 : 6-Cyano-N-(3-pyridinyl)-2,3,5,6-tétrahydro-1H-cyclobuta[f]indole-1-carboxamide**

Le produit est obtenu selon le procédé de l'exemple 1 en utilisant comme substrat le composé de la préparation 1.

**Point de fusion : 203-207°C (M.K.)**

**EXEMPLE 4 : 5-Cyano-N-(3-pyridinyl)-2,3,5,6-tétrahydro-1H-cyclobuta[f]indole-1-carboxamide**

Le produit est obtenu selon le procédé de l'exemple 1 en utilisant comme substrat le composé de la préparation 6.

5 **Point de fusion : 209-211°C (M.K.)**

**EXEMPLE 5 : 5-(Hydroxyméthyl)-N-(3-pyridinyl)-2,3,5,6-tétrahydro-1H-cyclobuta [f]indole-1-carboxamide**

Le produit est obtenu selon le procédé de l'exemple 1 en utilisant comme substrat le composé de la préparation 7.

10 **Point de fusion : 167-173°C (M.K.)**

**EXEMPLE 6 : 7-Cyano-N-(3-pyridinyl)-1,2,6,7-tétrahydro-3H-cyclobuta[e]indole-3-carboxamide**

Le produit est obtenu selon le procédé de l'exemple 1 en utilisant comme substrat le composé de la préparation 2.

15 **Point de fusion : 203-205°C (M.K.)**

**EXEMPLE 7 : 7-(Hydroxyméthyl)-N-(3-pyridinyl)-2,3,6,7-tétrahydro-1H-cyclobuta [g]indole-1-carboxamide**

Le produit est obtenu selon le procédé de l'exemple 1 en utilisant comme substrat le composé de la préparation 5.

20 **Point de fusion : 216-220°C (M.K.)**

**EXEMPLE 8 : 6-[(Diméthylamino)méthyl]-6-(1-hydroxycyclohexyl)-N-(3-pyridinyl)-2,3,5,6-tétrahydro-1H-cyclobuta[f]indole-1-carboxamide**

- 25 -

**Stade 1 : 6-(1-Hydroxycyclohexyl)-2,3,5,6-tétrahydro-1H-cyclobuta[f]indole-6-carbonitrile**

4,1 g du produit obtenu à la préparation 1 sont dissous dans 215 ml de tétrahydrofurane. Le milieu réactionnel est refroidi à -80°C et 19,25 ml d'une solution 2,5 M de n-butyllithium dans l'hexane sont additionnés par l'intermédiaire d'un pousse-seringue. A la fin de l'addition, l'agitation est maintenue 20 minutes puis 6,2 ml de cyclohexanone sont coulés en 3 minutes. Après 2 heures de contact à -80°C, on laisse revenir à température ambiante et introduit 23 ml d'une solution aqueuse saturée de chlorure d'ammonium et encore 135 ml d'eau. Après décantation, la phase organique est lavée par une solution saturée de chlorure de sodium, séchée, concentrée. Le résidu obtenu est concrétisé de l'éther isopropylique, filtré pour obtenir le produit désiré et le filtrat est purifié par chromatographie sur gel de silice (CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>/AcOEt : 90/10) pour isoler une quantité supplémentaire de produit attendu.

**Point de fusion : 168-170°C**

**Stade 2 : 6-(1-Hydroxycyclohexyl)-1-(méthylsulfonyl)-2,3,5,6-tétrahydro-1H-cyclobuta[f]indole-6-carbonitrile**

4 g du produit obtenu au stade 1 sont mis en réaction dans les conditions du stade 2 de la préparation 1.

**Stade 3 : 1-[6-(Aminométhyl)-1-(méthylsulfonyl)-2,3,5,6-tétrahydro-1H-cyclobuta[f]indol-6-yl]cyclohexanol**

5,5 g du produit obtenu au stade 2 sont dissous dans 250 ml d'une solution 3,6 N de méthanol ammoniacal contenant 2 mg de nickel de Raney. Le mélange réactionnel est hydrogéné sous une pression de 30 bars à 60°C pendant 24 heures. Après filtration et évaporation du solvant, le résidu est repris par du dichlorométhane, lavé à l'eau à neutralité, séché et concentré pour isoler le produit attendu.

- 26 -

**Stade 4 : 1-[6-[(Diméthylamino)méthyl]-1-(méthylsulfonyl)-2,3,5,6-tétrahydro-1H-cyclobuta[[f]indol-6-yl]cyclohexanol**

5,37 g de l'amine obtenue au stade 3 sont dissous dans 130 ml d'acétonitrile. Dans la solution refroidie à 0°C, 2,9 g de cyanoborohydrure de sodium et 6,9 ml d'une solution de formaldéhyde à 37 % dans l'eau sont introduits en maintenant la température à 0°C. Après 20 heures de réaction à température ambiante, le milieu est hydrolysé par 210 ml d'acide chlorhydrique 1N puis agité 3 heures. Le mélange réactionnel est lavé avec 30 ml d'éther puis basifié par de la soude à 20 %. La phase aqueuse est extraite au dichlorométhane. Après séchage et évaporation, le résidu est purifié par chromatographie sur gel de silice (CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>/EtOH : 95/5) pour conduire au produit attendu.

**Point de fusion : 156-158°C (M.K.)**

**Stade 5 : 1-{6-[(Diméthylamino)méthyl]-2,3,5,6-tétrahydro-1H-cyclobuta[[f]indol-6-yl}cyclohexanol**

3,75 g du produit obtenu au stade 4 dans 100 ml de tétrahydrofurane sont ajoutés goutte à goutte sur 400 ml d'ammoniac liquide refroidi à -50°C. 0,56 g de sodium sont ajoutés par portions et l'agitation est maintenue durant 15 minutes. La réaction est stoppée par addition de 2,65 g de chlorure d'ammonium. On laisse revenir à température ambiante pour évaporer l'ammoniac puis reprend par de l'eau et extrait à l'éther. On sèche, évapore et recristallise de l'acétonitrile pour conduire au produit attendu.

**Point de fusion : 159-161°C (M.K.)**

**Stade 6 : 6-[(Diméthylamino)méthyl]-6-(1-hydroxycyclohexyl)-N-(3-pyridinyl)-2,3,5,6-tétrahydro-1H-cyclobuta[[f]indole-1-carboxamide**

Le produit est obtenu selon le procédé de l'exemple 1, en utilisant comme substrat le produit obtenu au stade 5.

**Point de fusion : 207-209°C**

- 27 -

**EXEMPLE 9 : 6-Cyano-6-(phénylesulfanyl)-N-(3-pyridinyl)-2,3,5,6-tétrahydro-1H-cyclobuta[f]indole-1-carboxamide**

**Stade 1 : 6-(Phénylesulfanyl)-2,3,5,6-tétrahydro-1H-cyclobuta[f]indole 6-carbonitrile**

5 A une solution de 2 g du produit de la préparation 1 dissout dans 40 ml de tétrahydrofurane, refroidie à -70°C sont ajoutés en 30 minutes 15 ml d'une solution 1,6 N de *n*-butyllithium dans l'hexane, puis 2,82 g de diphenylsulfure dissous dans 8 ml de tétrahydrofurane sont coulés. Le milieu réactionnel est ramené lentement à température ambiante. Après 2 heures de réaction, le milieu est versé sur 1,2 l d'une solution saturée en  
10 chlorure d'ammonium puis extrait à l'éther. Les phases organiques réunies sont purifiées par passage acido-basique, permettant d'isoler le produit attendu.

**Stade 2 : 6-Cyano-6-(phénylesulfanyl)-N-(3-pyridinyl)-2,3,5,6-tétrahydro-1H-cyclobuta[f]indole-1-carboxamide**

0,43 g du produit obtenu au stade 1 sont traités par 0,297 g du composé de la préparation  
15 8, selon le procédé décrit à l'exemple 1, permettant d'obtenir le produit attendu.

Point de fusion : 110-113°C (M.K.)

**EXEMPLE 10 : 6-Cyano-6-cyclohexyl-N-(3-pyridinyl)-2,3,5,6-tétrahydro-1H-cyclobuta[f]indole-1-carboxamide**

**Stade 1 : 6-cyclohexyl-2,3,5,6-tétrahydro-1H-cyclobuta[f]indole 6-carbonitrile**

20 A une solution de 2 g du produit de la préparation 1 dissout dans 20 ml de tétrahydrofurane, refroidie à -70°C sont ajoutés en 30 minutes 15 ml d'une solution 1,6 N de *n*-butyllithium dans l'hexane. Après 30 minutes de contact, 2,17 ml de bromocyclohexane sont coulé »s en 25 minutes et le milieu réactionnel est progressivement ramené à -20°C puis versé sur une solution saturée de chlorure d'ammonium et enfin

- 28 -

extrait à l'éther. Une purification sur silice (dichlorométhane/acétate d'éthyle : 95/5) conduit au produit attendu sous forme d'huile.

**Stade 2 : 6-Cyano-6-cyclohexyl-N-(3-pyridinyl)-2,3,5,6-tétrahydro-1H-cyclobuta[f]indole-1-carboxamide**

5 0,33 g du produit obtenu au stade 1 sont traités par 0,25 g du composé de la préparation 8, selon le procédé décrit à l'exemple 1, permettant d'obtenir le produit attendu.

**Point de fusion : 224-227°C**

**EXEMPLE 11 : 6-Cyclohexyl-N-(3-pyridinyl)-2,3,5,6-tétrahydro-1H-cyclobuta[f]indole-1-carboxamide**

10 **Stade 1 : 6-Cyclohexyl-2,3,5,6-tétrahydro-1H-cyclobuta[f]indole**

Une solution de 0,5 g de produit obtenu au stade 1 de l'exemple 10 dans 10 ml de tétrahydrofurane anhydre et 0,11 ml d'éthanol absolu sont coulés sur 20 ml d'ammoniac liquide à une température de -78°C, puis 0,15 g de sodium sont introduits par portions. Après 30 minutes de contact à cette température le milieu réactionnel est traité par 0,83 g  
15 de chlorure d'ammonium. Après évaporation de l'ammoniac, le résidu est repris par une solution saturée de chlorure d'ammonium, extrait à l'éther et les phases étherées sont lavées, séchées et concentrées pour conduire au produit attendu.

**Stade 2 : 6-Cyclohexyl-N-(3-pyridinyl)-2,3,5,6-tétrahydro-1H-cyclobuta[f]indole-1-carboxamide**

20 0,43 g du produit obtenu au stade 1 sont traités par 0,36 g du composé de la préparation 8, selon le procédé décrit à l'exemple 1, permettant d'obtenir le produit attendu.

**Point de fusion : 187-190°C (M.K.)**

**EXEMPLE 12 : 6-Cyano-N-{6-[(2-méthyl-3-pyridinyl)oxy]-3-pyridinyl}-6-(phénylsulfanyl)-2,3,5,6-tétrahydro-1H-cyclobuta[f]indole-1-carboxamide**

25

Un mélange composé de 0,5 g du produit obtenu u stade 1 de l'exemple 9, 0,6 g du produit de la préparation 9, 0,16 ml de triéthylamine et 16 ml de diméthylformamide est porté à 100°C pendant 1 heure. Après évaporation de la diméthylformamide, le résidu est repris par 100 ml de dichlorométhane, lavé avec de la soude à 10%, à l'eau, puis séché et concentré sous pression réduite, pour conduire après purification sur silice (dichlorométhane/ éthanol/NH<sub>4</sub>OH / 98/2/0,4) et recristallisation de l'acétonitrile, au produit attendu

### **ETUDE PHARMACOLOGIQUE DES COMPOSES DE L'INVENTION**

#### **EXEMPLE 13 : Test de conflit de Vogel**

Le test s'effectue sur des rats mâles Wistar (IFFA-CREDO) de poids 230-250 g, stabulés en animalerie par groupes de 4 sur sciure, dans des cages avec boisson et nourriture à volonté pendant 5 jours avant leur utilisation et soumis aux conditions suivantes : température ( $21 \pm 1^\circ\text{C}$ ), humidité ( $60 \pm 5 \%$ ) et cycle diurne de 12 heures (7:00 à 19:00 h). Le lundi suivant leur arrivée, les animaux sont transférés dans la pièce d'expérimentation où ils séjourneront jusqu'au vendredi, jour de Test. Pendant 4 jours, du lundi au jeudi inclus, les animaux n'ont alors qu'une seule heure par jour d'accès à la boisson (de 9:00 à 10:00 h).

La veille du test, à partir de 15:00 h, les animaux sont isolés dans des cages sur grille, sans boisson ni nourriture.

Le test se déroule dans une cage plastique transparente située dans une enceinte insonorisée et ventilée. La cage comporte un plancher en acier chromé. L'embout métallique du flacon contenant la boisson pénètre dans la cage à une hauteur de 6 cm au-dessus du plancher métallique. Le plancher et l'embout du flacon sont reliés par des câbles électriques à un appareil qui assure l'enregistrement des lèchements de l'animal et contrôle l'administration des chocs électriques. L'appareil est réglé de telle sorte que l'animal reçoit un choc électrique (entre embout et plancher métallique) tous les 20 lèchements de l'embout.

Le jour du test, l'animal reçoit une injection (s.c.) de sérum physiologique (Témoin) ou de

produit à tester, 30 minutes avant d'être placé dans la cage Test. La session débute dès que l'animal a effectué 20 léchements et a reçu un premier choc électrique (durée 0,5 sec, intensité 0,300 mA). Pendant 3 minutes, l'animal reçoit un choc électrique chaque fois qu'il effectue 20 léchements.

Les résultats sont les nombres de léchements et de chocs reçus par l'animal pendant les 3 minutes du Test.

Les nombres de léchements et de chocs reçus par les animaux traités sont comparés à ceux respectifs des animaux témoins, par analyse de variance, suivie d'un test de Dunnett avec  $P < 0,05$ . Un produit anxiolytique augmente le nombre de léchements et de chocs reçus par l'animal, par rapport aux Témoins. A titre indicatif, le nombre moyen de léchements non punis chez des animaux assoiffés est de  $674,9 \pm 44,5$  ( $N = 7$ ) en 3 minutes.

L'efficacité d'un produit est exprimée par la dose minimale efficace (M.E.D.), c'est-à-dire la plus faible dose produisant une différence significative par rapport aux Témoins. Cette dose est de 2,5 mg/kg, s.c. pour le produit de l'exemple 1.

*Résultats du produit de l'exemple n° 1*

<i>Doses mg/kg , s.c.</i>	<i>Léchements punis (1 choc/20 léchements)</i>	<i>N</i>
0	$142,7 \pm 31,9$	10
0,63	$197,5 \pm 59,5$	8
2,5	$560,1 \pm 67,0^*$	8
10,0	$499,3 \pm 95,3^*$	7

\*  $P < 0,05$

**EXEMPLE 14 : Test d'enfouissement des billes chez la souris**

Ce test permet d'évaluer la capacité d'agents pharmacologiques à inhiber le comportement spontané d'enfouissement de billes chez la souris, cette inhibition étant prédictive d'actions antidépressive et/ou anti-impulsive. Des souris mâles de souche NMRI (Iffa-Credo, L'Arbresle, France), pesant 20-25 g le jour de l'expérience, sont placées individuellement dans des boîtes en Macrolon™ (30 x 18 x 19 cm) contenant 5 cm de sciure et recouvertes par une plaque en plexiglass™ perforée. Vingt-quatre billes en verre "œil de chat" sont réparties régulièrement sur la sciure à la périphérie de la boîte. Au terme de 30 minutes d'exploration

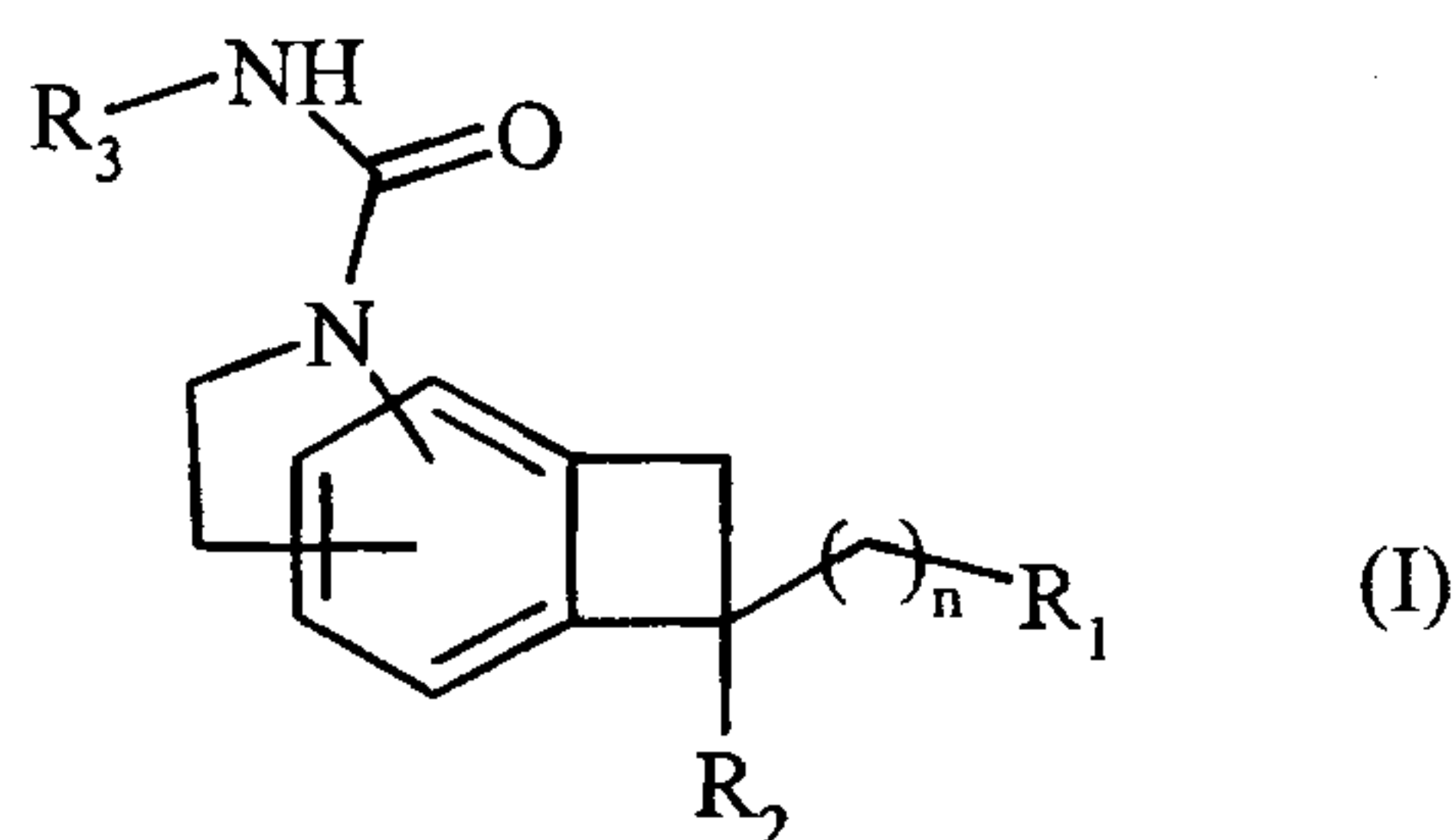
libre, les animaux sont retirés de la boîte et le nombre de billes enfouies est comptabilisé.  
A titre d'exemple, la MED (dose minimale efficace) pour le produit de l'exemple 1 est de 2,5 mg/kg s.c.

**EXEMPLE 15 : Composition pharmaceutique : comprimés**

5	<i>Formule de préparation pour 1000 comprimés dosés à 5 mg</i>	
	Composé de l'exemple 1.....	5 g
	Hydroxypropylméthylcellulose.....	5 g
	Amidon de blé.....	10 g
	Lactose.....	100 g
10	Stéarate de Magnésium.....	2 g

Les réalisations de l'invention, au sujet desquelles un droit exclusif de propriété ou de privilège est revendiqué, sont définies comme suit:

1. Composés de formule (I):

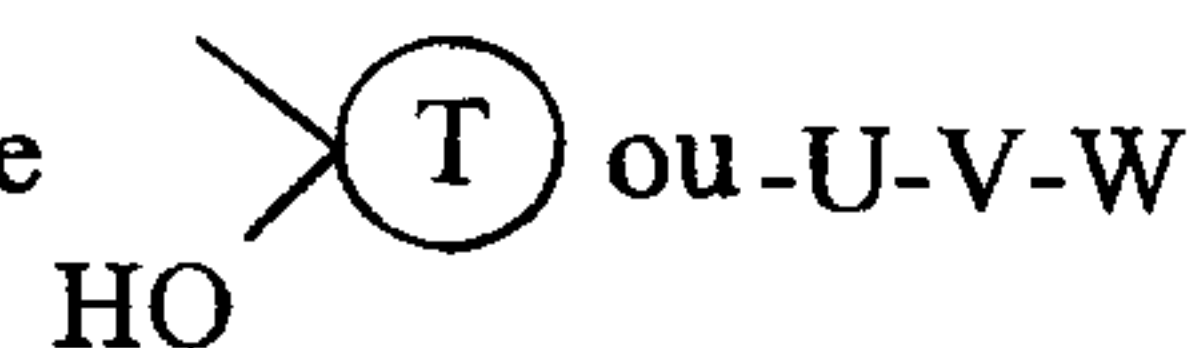


dans laquelle:

n représente un entier compris entre 0 et 6;

R<sub>1</sub> représente un atome d'hydrogène ou un groupement hydroxy, cyano, alkoxy en C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub> linéaire ou ramifié, alkoxy-carbonyle en C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub> linéaire ou ramifié, carboxy ou aminocarbonyle dont la partie amino est éventuellement substituée par un ou deux groupements, identiques ou différents, choisis dans le groupe constitué par les groupements alkyle en C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub> linéaire ou ramifié, aryle et arylalkyle en C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub> linéaire ou ramifié, ou R<sub>1</sub> représente un groupement de formule NR<sub>4</sub>R<sub>5</sub> dans laquelle R<sub>4</sub> et R<sub>5</sub>, identiques ou différents, représentent un groupement alkyle en C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub> linéaire ou ramifié, aryle, arylalkyle en C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub> linéaire ou ramifié, hétéroaryle, hétéroarylalkyle en C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub> linéaire ou ramifié, cycloalkyle, cycloalkylalkyle en C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub> linéaire ou ramifié, alkényle en C<sub>2</sub>-C<sub>6</sub> linéaire ou ramifié, ou alkynyle en C<sub>2</sub>-C<sub>6</sub> linéaire ou ramifié;

R<sub>2</sub> représente un atome d'hydrogène, un groupement alkyle en C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub> linéaire ou ramifié, hydroxyméthyle, ou un groupement de formule



dans laquelle T représente un groupement cycloalkyle en C<sub>3</sub>-C<sub>12</sub> monocyclique ou polycyclique, dont l'un des atomes de carbone du cycloalkyle est éventuellement remplacé par un atome d'oxygène ou de sélénium, par un groupement de formule S(O)<sub>p</sub> dans laquelle p représente un entier compris entre 0 et 2 inclus, ou par un groupement de formule SiR<sub>6</sub>R<sub>7</sub> dans laquelle R<sub>6</sub> et R<sub>7</sub>, identiques ou différents, représentent un groupement alkyle en C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub> linéaire ou ramifié, U représente une liaison ou un groupement méthylène, V

représente une liaison, un atome d'oxygène ou un groupement  $S(O)_q$  dans lequel  $q$  est un entier compris entre 0 et 2 inclus, et  $W$  représente un groupement aryle, arylalkyle en  $C_1-C_6$  linéaire ou ramifié, cycloalkyle ou cycloalkylalkyle en  $C_1-C_6$  linéaire ou ramifié; et

$R_3$  représente un atome d'hydrogène ou un groupement alkyle en  $C_1-C_6$  linéaire ou ramifié, aryle ou hétéroaryle;

étant entendu que:

- le terme "aryle" désigne un groupement phényle, biphényle, naphthyle, dihydronaphthyle, tétrahydronaphthyle, indanyle, indényle ou benzocyclo-butyle, chacun de ces groupements étant éventuellement substitué par un ou plusieurs atomes ou groupements, identiques ou différents, choisis dans le groupe constitué par les atomes d'halogène et les groupements alkyle en  $C_1-C_6$  linéaire ou ramifié, hydroxy, alkoxy en  $C_1-C_6$  linéaire ou ramifié, nitro, cyano, trihalogénoalkyle en  $C_1-C_6$  linéaire ou ramifié, amino, monoalkylamino, dialkylamino en  $C_1-C_6$  linéaire ou ramifié, trihalogénoalkoxy en  $C_1-C_6$  linéaire ou ramifié, aminoalkyl en  $C_1-C_6$  aminocarbonyle, pyridinyle, pyridinyloxy et pyridinyloxyméthyle, les groupements pyridinyle, pyridinyloxy et pyridinyloxyméthyle étant éventuellement substitués par un groupement alkyle en  $C_1-C_6$  linéaire ou ramifié, les atomes d'azote de chacune des parties amino du groupement aminoalkyl en  $C_1-C_6$  aminocarbonyle étant éventuellement substitués par des groupements alkyle en  $C_1-C_6$  linéaires ou ramifiés, identiques ou différents,

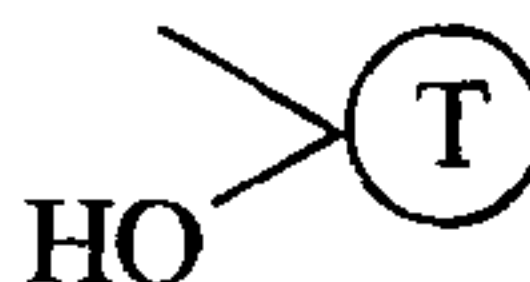
- le terme "hétéroaryle" désigne un système monocyclique aromatique ou bicyclique dont l'un des cycles est aromatique, l'autre cycle étant aromatique ou partiellement hydrogéné, ayant de 5 à 12 chaînons et contenant un, deux ou trois hétéroatomes, identiques ou différents, choisis dans le groupe constitué par les atomes d'oxygène, d'azote et de soufre, chacun de ces groupements étant éventuellement substitué par un ou plusieurs atomes ou groupements, identiques ou différents, choisis dans le groupe constitué par les atomes d'halogène et les groupements alkyle en  $C_1-C_6$  linéaire ou ramifié, hydroxy, alkoxy en  $C_1-C_6$  linéaire ou ramifié, nitro, cyano, trihalogénoalkyle en  $C_1-C_6$  linéaire ou ramifié, amino, monoalkylamino, dialkylamino en  $C_1-C_6$  linéaire ou ramifié, trihalogénoalkoxy en  $C_1-C_6$  linéaire ou ramifié, aminoalkyl en  $C_1-C_6$  aminocarbonyle, pyridinyle, pyridinyloxy et

pyridinyloxyméthyle, les groupements pyridinyle, pyridinyloxy et pyridinyloxyméthyle étant éventuellement substitués par un groupement alkyle en C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub> linéaire ou ramifié, les atomes d'azote de chacune des parties amino du groupement aminoalkyl en C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub> aminocarbonyle étant éventuellement substitués par des groupements alkyle en C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub> linéaires ou ramifiés, identiques ou différents,

- le terme "cycloalkyle" désigne un système mono- ou polycyclique, ayant de 3 à 12 chaînons et contenant éventuellement une ou plusieurs insaturations ne conférant pas de caractère aromatique audit système cyclique,

leurs isomères ainsi que leurs sels d'addition à un acide ou à une base pharmaceutiquement acceptable.

2. Composés de formule (I) selon la revendication 1, caractérisés en ce que R<sub>2</sub> représente un atome d'hydrogène, leurs isomères ainsi que leurs sels d'addition à un acide ou à une base pharmaceutiquement acceptable.

3. Composés de formule (I) selon la revendication 1, caractérisés en ce que R<sub>2</sub> représente un groupement de formule  dans laquelle T est tel que défini dans

la revendication 1, n est égal à 1, et R<sub>1</sub> représente un groupement cyano ou un groupement amino substitué par un ou deux groupements, identiques ou différents, choisis dans le groupe constitué par les groupements alkyle en C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub> linéaire ou ramifié, et arylalkyle (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) linéaire ou ramifié, leurs isomères ainsi que leurs sels d'addition à un acide ou à une base pharmaceutiquement acceptable.

4. Composés de formule (I) selon la revendication 1, caractérisés en ce que n est égal à 0, R<sub>1</sub> représente un atome d'hydrogène ou un groupement cyano, et R<sub>2</sub> représente un atome d'hydrogène, leurs isomères ainsi que leurs sels d'addition à un acide ou à une base pharmaceutiquement acceptable.

5. Composés de formule (I) selon la revendication 1, caractérisés en ce que n est égal à 0, R<sub>1</sub> représente un atome d'hydrogène ou un groupement cyano, et R<sub>2</sub> représente un

groupement de formule -U-V-W dans laquelle U représente une liaison simple, V représente un groupement de formule  $S(O)_q$  dans laquelle q tel que défini dans la revendication 1 et W représente un groupement aryle, leurs isomères ainsi que leurs sels d'addition à un acide ou à une base pharmaceutiquement acceptable.

6. Composés de formule (I) selon la revendication 1, caractérisés en ce que  $R_3$  représente un groupement hétéroaryle, leurs isomères ainsi que leurs sels d'addition à un acide ou à une base pharmaceutiquement acceptable.

7. Composés de formule (I) selon la revendication 1, caractérisés en ce que  $R_3$  représente un groupement pyridinyle, leurs isomères ainsi que leurs sels d'addition à un acide ou à une base pharmaceutiquement acceptable.

8. Le *N*-(3-pyridinyl)-2,3,5,6-tétrahydro-1*H*-cyclobuta[*f*]indole-1-carboxamide, ainsi que ses sels d'addition à un acide ou à une base pharmaceutiquement acceptable.

9. Le 5-cyano-*N*-(3-pyridinyl)-2,3,5,6-tétrahydro-1*H*-cyclobuta[*f*]indole-1-carboxamide, ainsi que ses sels d'addition à un acide ou à une base pharmaceutiquement acceptable.

10. Le 6-cyano-*N*-(3-pyridinyl)-2,3,5,6-tétrahydro-1*H*-cyclobuta[*f*]indole-1-carboxamide, ainsi que ses sels d'addition à un acide ou à une base pharmaceutiquement acceptable.

11. Le 6-(hydroxyméthyl)-*N*-(3-pyridinyl)-2,3,5,6-tétrahydro-1*H*-cyclobuta[*f*]indole-1-carboxamide, ainsi que ses sels d'addition à un acide ou à une base pharmaceutiquement acceptable.

12. Le 5-(hydroxyméthyl)-*N*-(3-pyridinyl)-2,3,5,6-tétrahydro-1*H*-cyclobuta[*f*]indole-1-carboxamide, ainsi que ses sels d'addition à un acide ou à une base pharmaceutiquement acceptable.

13. Le 7-cyano-*N*-(3-pyridinyl)-1,2,6,7-tétrahydro-3*H*-cyclobuta[*e*]indole-3-carboxamide, ainsi que ses sels d'addition à un acide ou à une base pharmaceutiquement acceptable.

acceptable.

14. Le 7-(hydroxyméthyl)-N-(3-pyridinyl)-2,3,6,7-tétrahydro-1*H*-cyclobuta[*g*]indole-1-carboxamide, ainsi que ses sels d'addition à un acide ou à une base pharmaceutiquement acceptable.

15. Le 6-[(diméthylamino)méthyl]-6-(1-hydroxycyclohexyl)-N-(3-pyridinyl)-2,3,5,6-tétrahydro-1*H*-cyclobuta[*f*]indole-1-carboxamide, ainsi que ses sels d'addition à un acide ou à une base pharmaceutiquement acceptable.

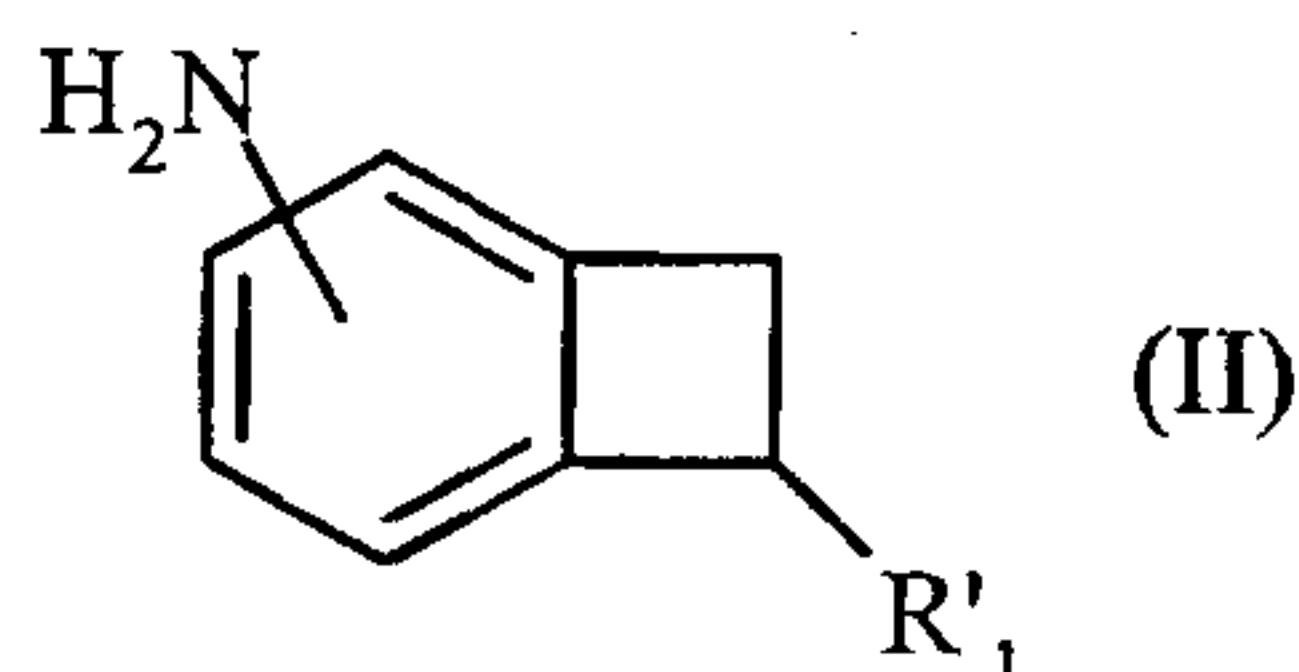
16. Le 6-cyano-6-(phénylesulfanyl)-N-(3-pyridinyl)-2,3,5,6-tétrahydro-1*H*-cyclobuta[*f*]indole-1-carboxamide, ainsi que ses sels d'addition à un acide ou à une base pharmaceutiquement acceptable.

17. Le 6-cyano-6-cyclohexyl-N-(3-pyridinyl)-2,3,5,6-tétrahydro-1*H*-cyclobuta[*f*]indole-1-carboxamide, ainsi que ses sels d'addition à un acide ou à une base pharmaceutiquement acceptable.

18. Le 6-cyclohexyl-N-(3-pyridinyl)-2,3,5,6-tétrahydro-1*H*-cyclobuta[*f*]indole-1-carboxamide, ainsi que ses sels d'addition à un acide ou à une base pharmaceutiquement acceptable.

19. Le 6-cyano-N-{6-[(2-méthyl-3-pyridinyl)oxy]-3-pyridinyl}-6-(phénylesulfanyl)-2,3,5,6-tétrahydro-1*H*-cyclobuta[*f*]indole-1-carboxamide, ainsi que ses sels d'addition à un acide ou à une base pharmaceutiquement acceptable.

20. Procédé de préparation des composés de formule (I), telle que définie dans la revendication 1, caractérisé en ce qu'on opère au départ un composé de formule (II):



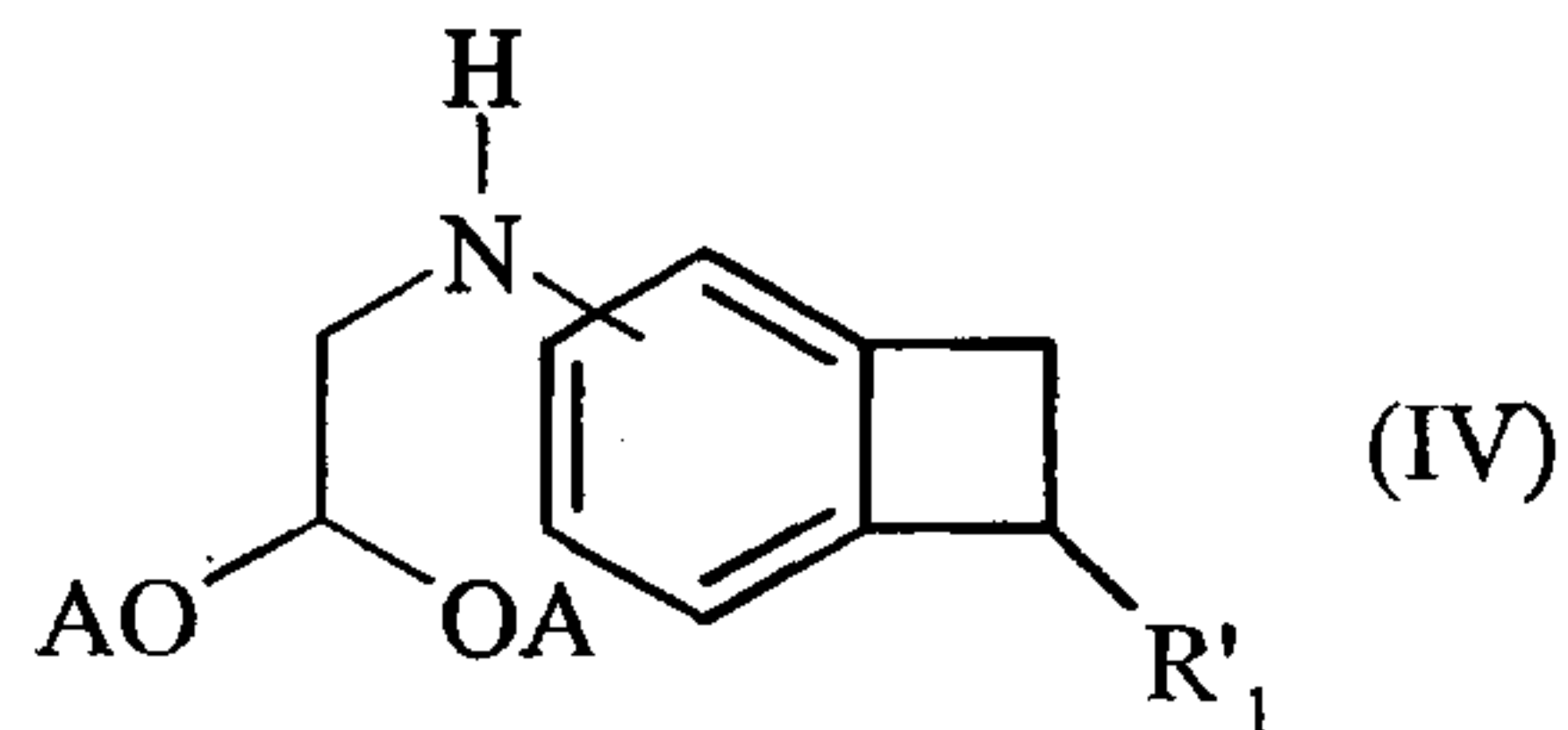
dans laquelle  $R'_1$  représente un atome d'hydrogène ou un groupement cyano,

- 37 -

hydroxyméthylène, carboxy ou alkoxycarbonyle en C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub> linéaire ou ramifié, que l'on fait réagir dans des conditions d'amination réductrice avec un composé de formule (III):



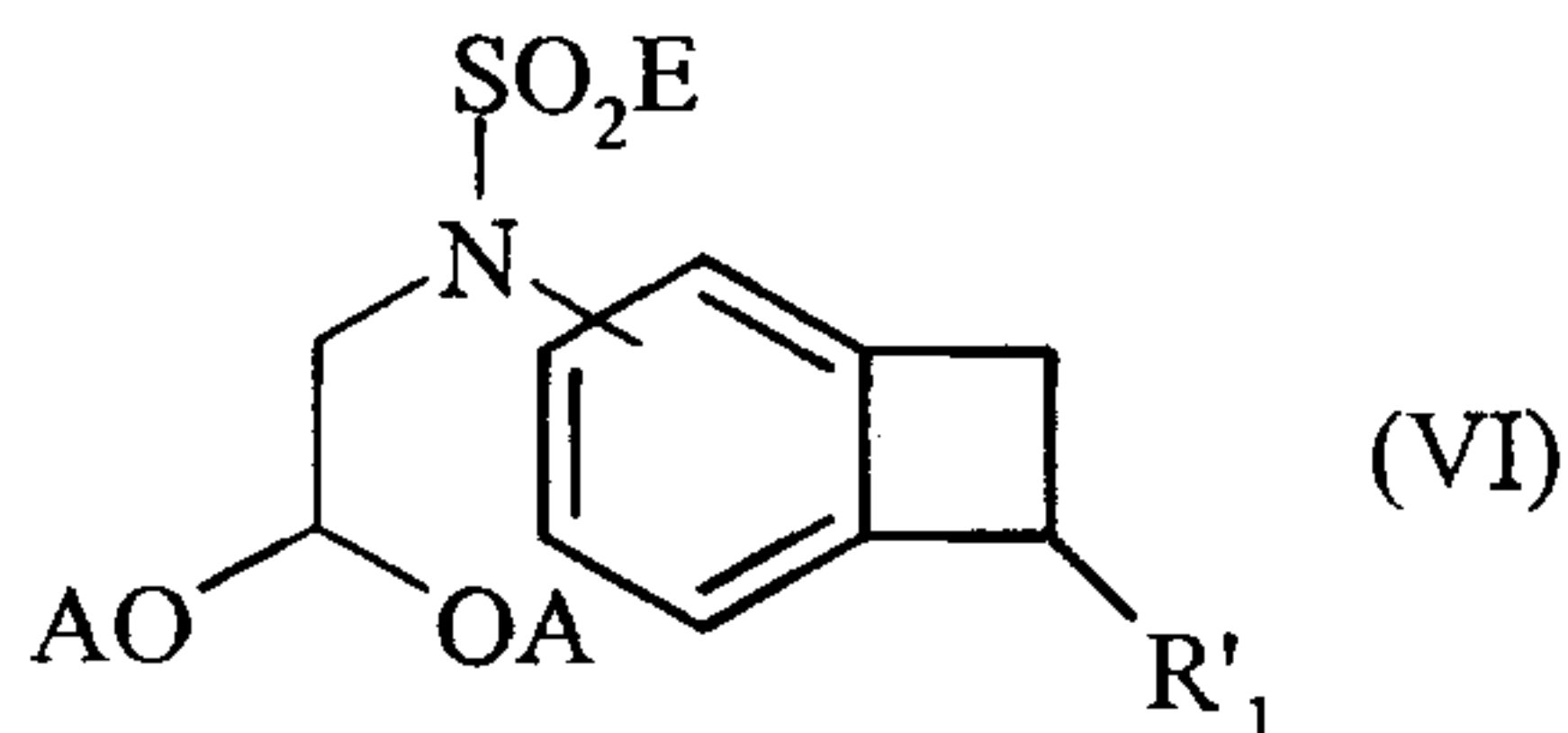
dans laquelle A représente un groupement alkyle en C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub> linéaire ou ramifié, pour obtenir un composé de formule (IV):



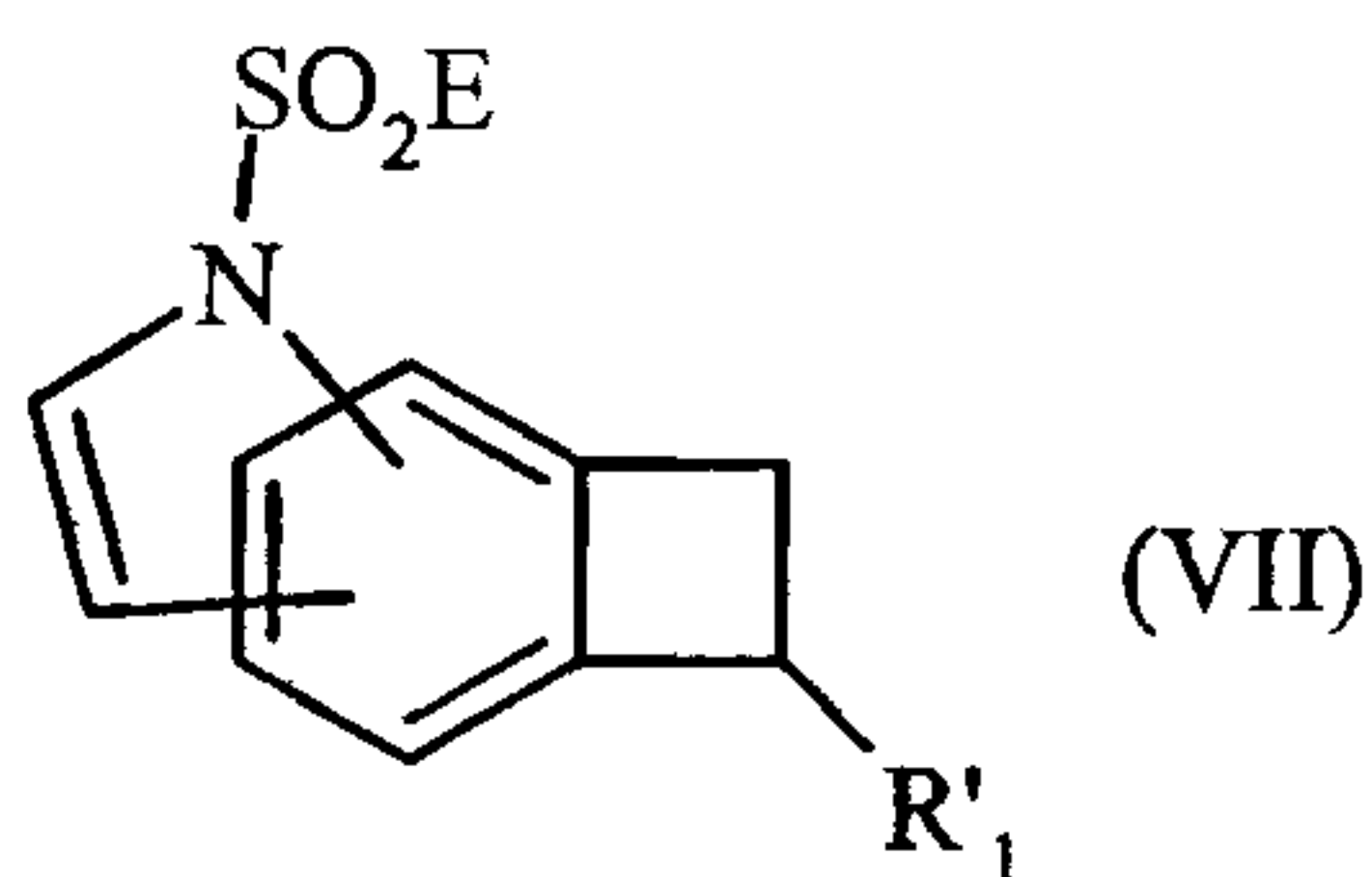
dans laquelle A et R'<sub>1</sub> sont tels que définis précédemment, composé de formule (IV) que l'on traite par un composé de formule (V):



dans laquelle E représente un groupement alkyle en C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub> linéaire ou ramifié, phényle ou p-toluyle, pour obtenir un composé de formule (VI):

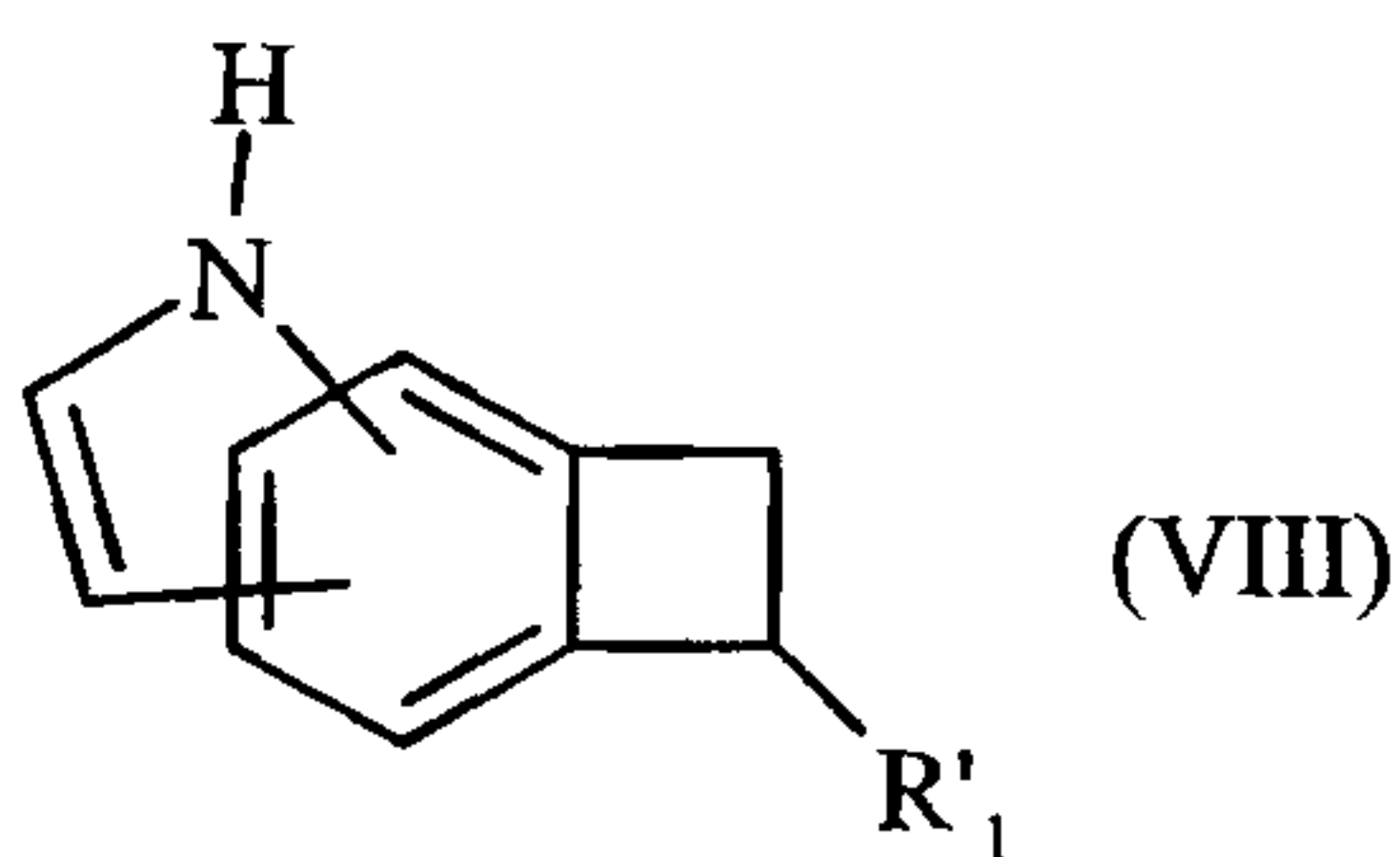


dans laquelle A, E et R'<sub>1</sub> sont tels que définis précédemment, composé de formule (VI) que l'on cyclise dans des conditions acides pour obtenir un composé de formule (VII):

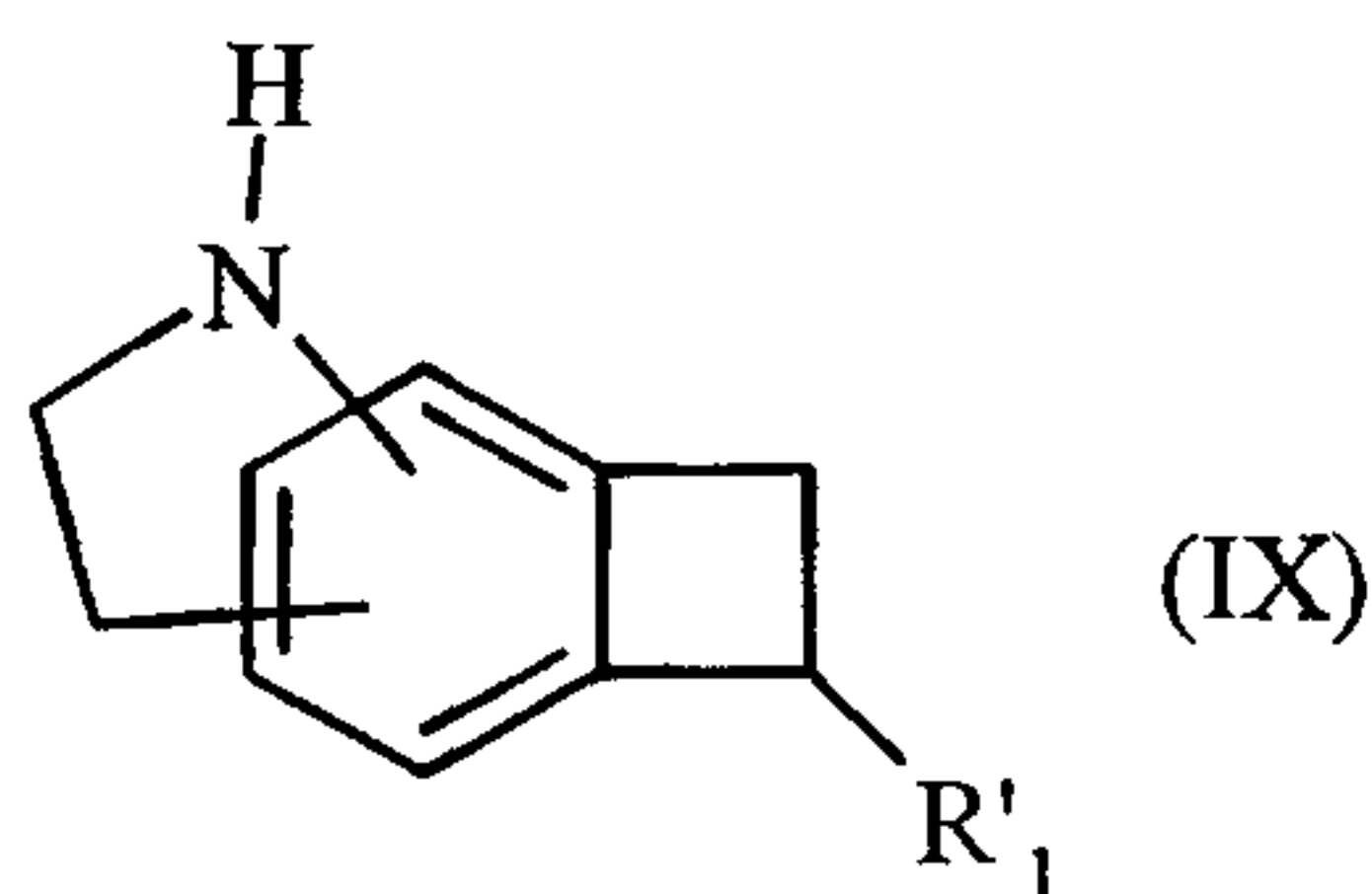


dans laquelle E et R'<sub>1</sub> sont tels que définis précédemment, composé de formule (VII) que l'on traite soit par un hydroxyde de métal alcalin dans un solvant alcoolique, soit par le sodium dans l'ammoniaque liquide, pour obtenir un composé de formule (VIII):

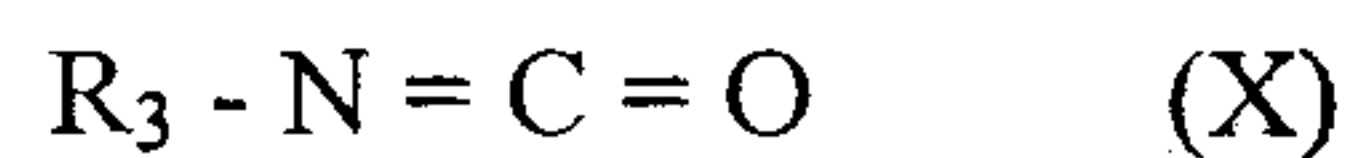
- 38 -



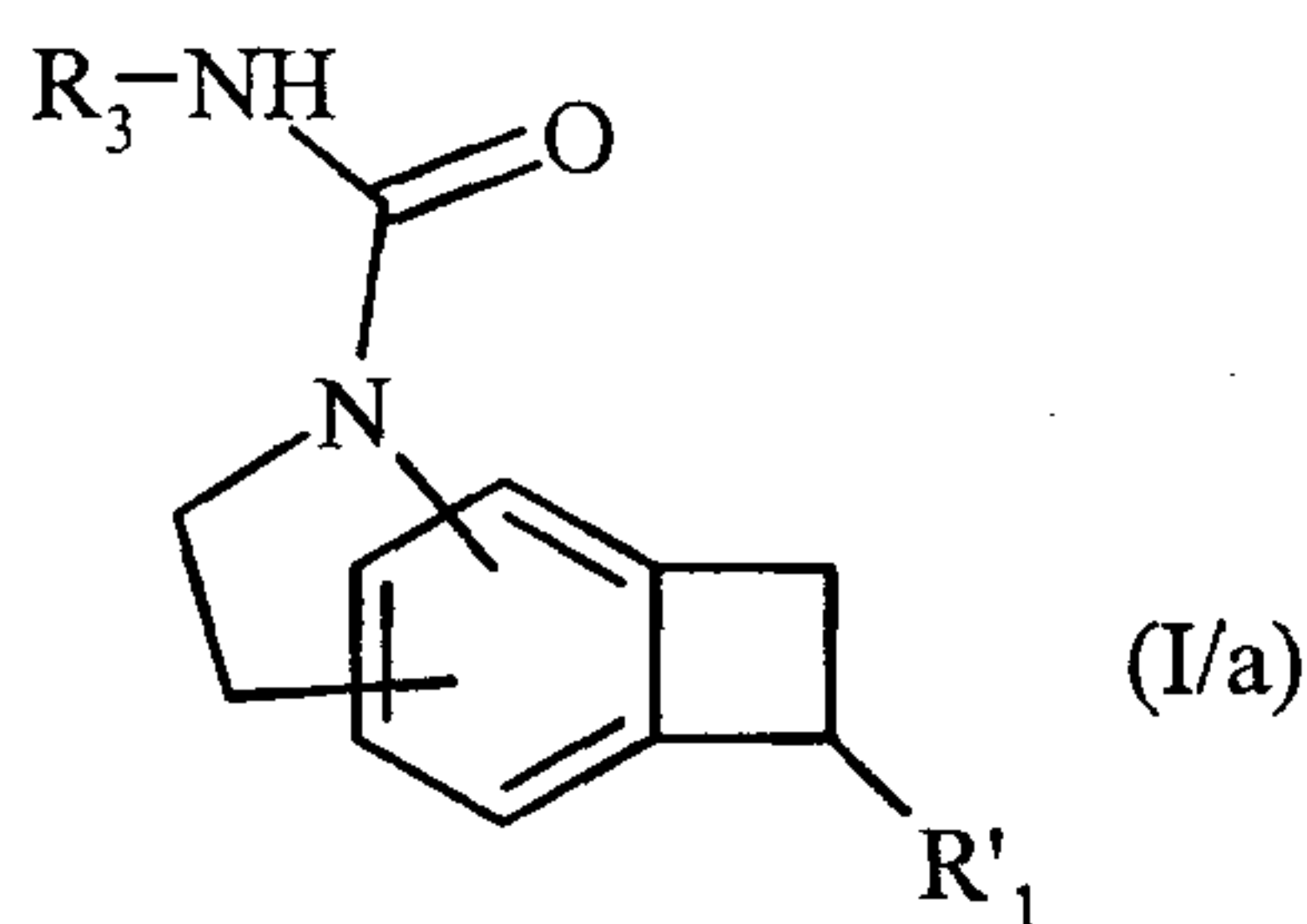
dans laquelle  $R'_1$  est tel que défini précédemment,  
composés de formule (VIII) que l'on réduit ensuite pour obtenir un composé de formule (IX):



dans laquelle  $R'_1$  est tel que défini précédemment,  
composé de formule (IX) que l'on traite par un isocyanate de formule (X):



dans laquelle  $R_3$  est tel que défini dans la revendication 1, pour obtenir un composé de formule (I/a):



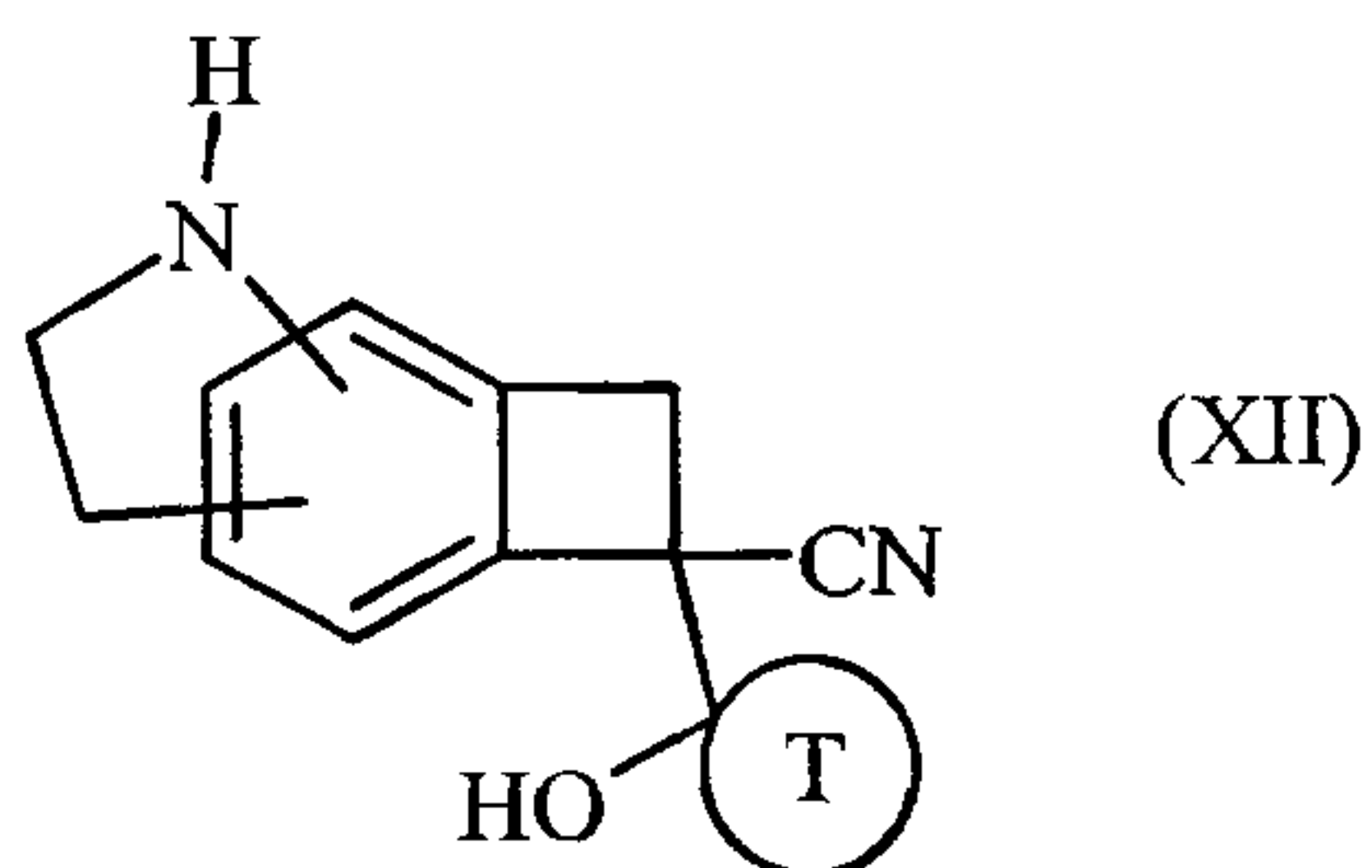
dans laquelle  $R'_1$  et  $R_3$  sont tels que définis précédemment,  
ou composé de formule (IX), dans le cas où  $R'_1$  représente un groupement cyano, que l'on traite:

a) soit par une cétone de formule (XI):



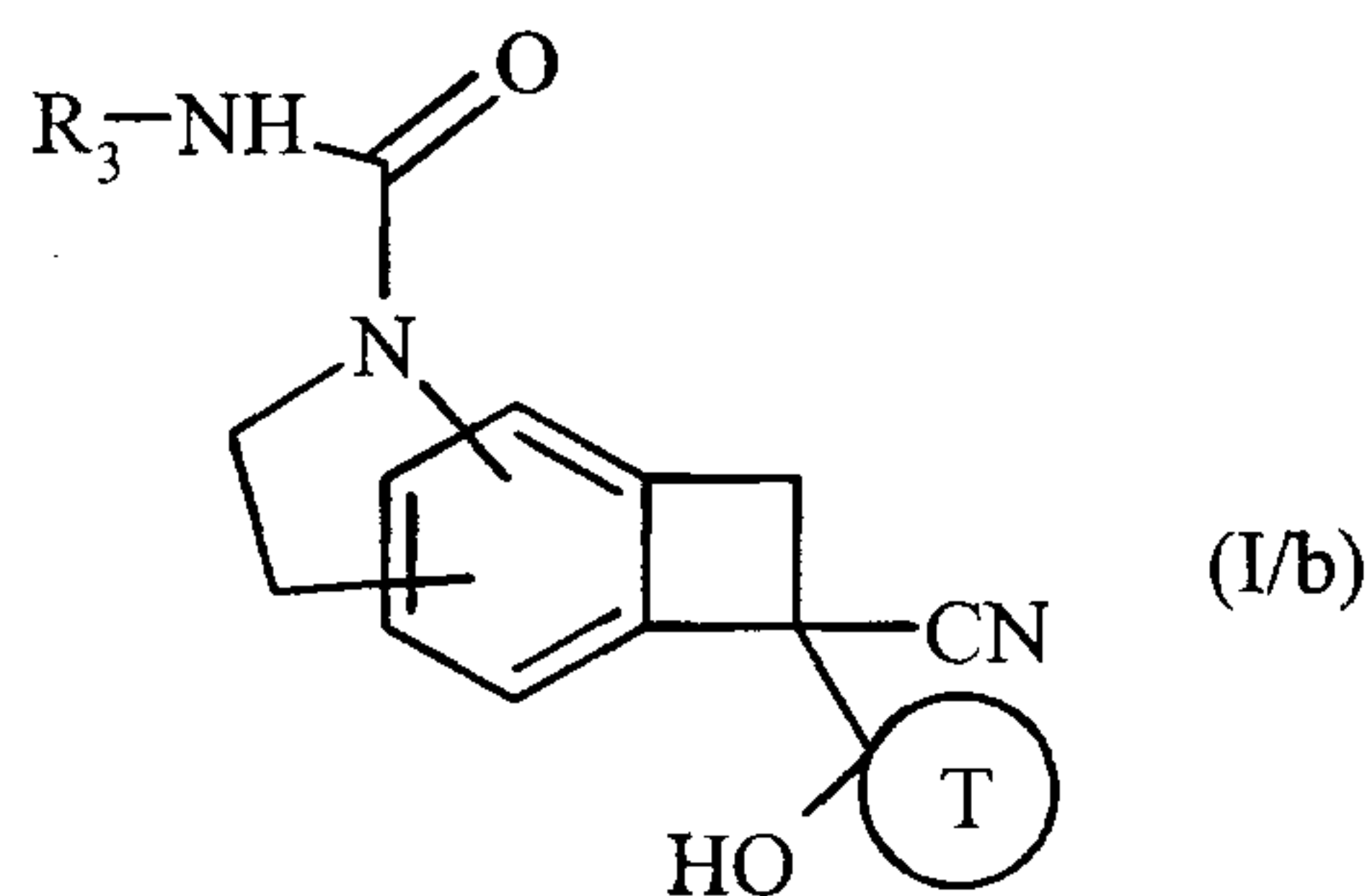
dans laquelle T est tel que défini dans la revendication 1, pour obtenir un composé de formule (XII):

- 39 -



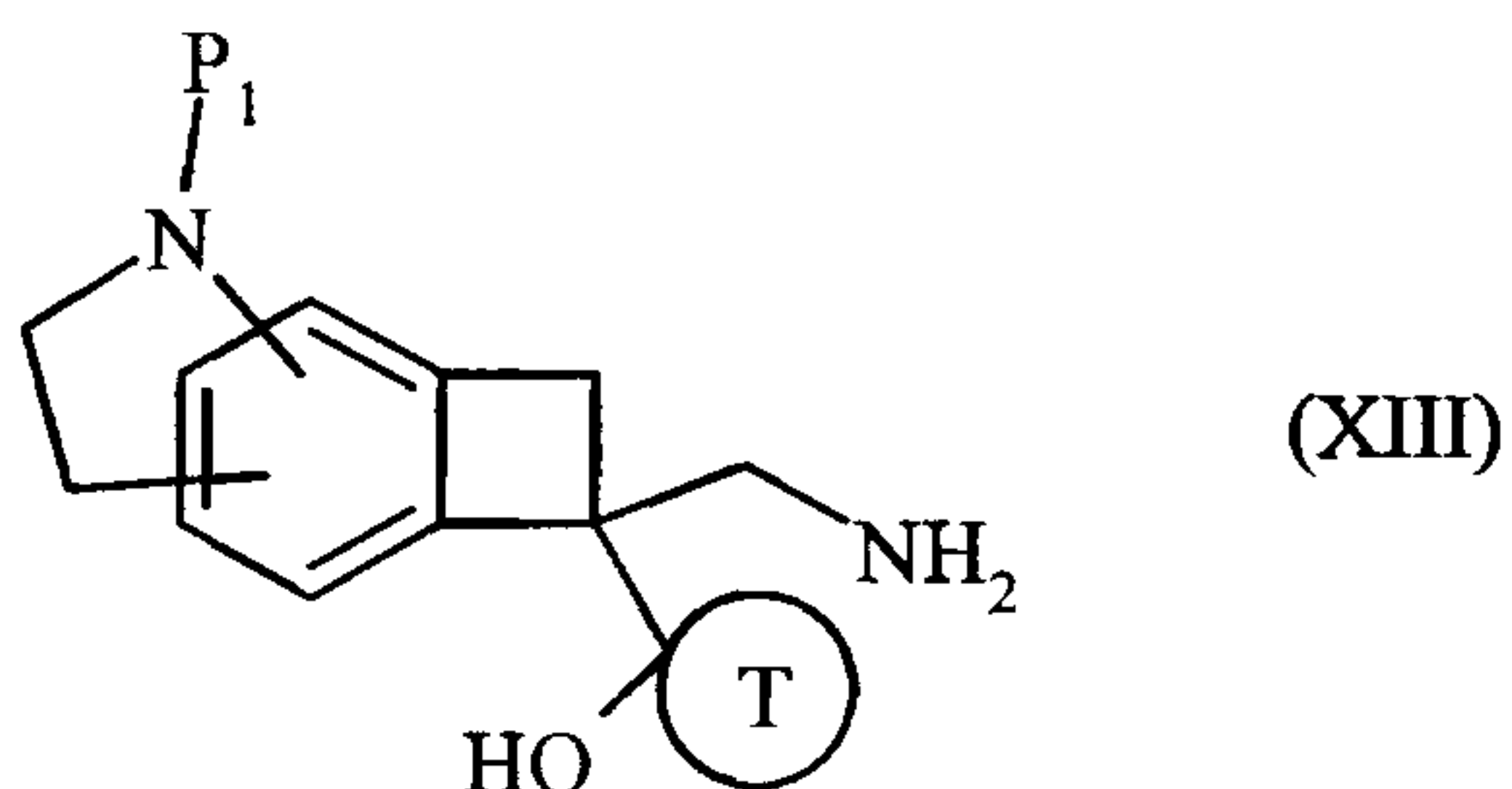
dans laquelle T est tel que défini précédemment,  
composé de formule (XII) qui est ensuite:

i) soit traité par un isocyanate de formule (X) définie précédemment, pour obtenir un composé de formule (I/b):



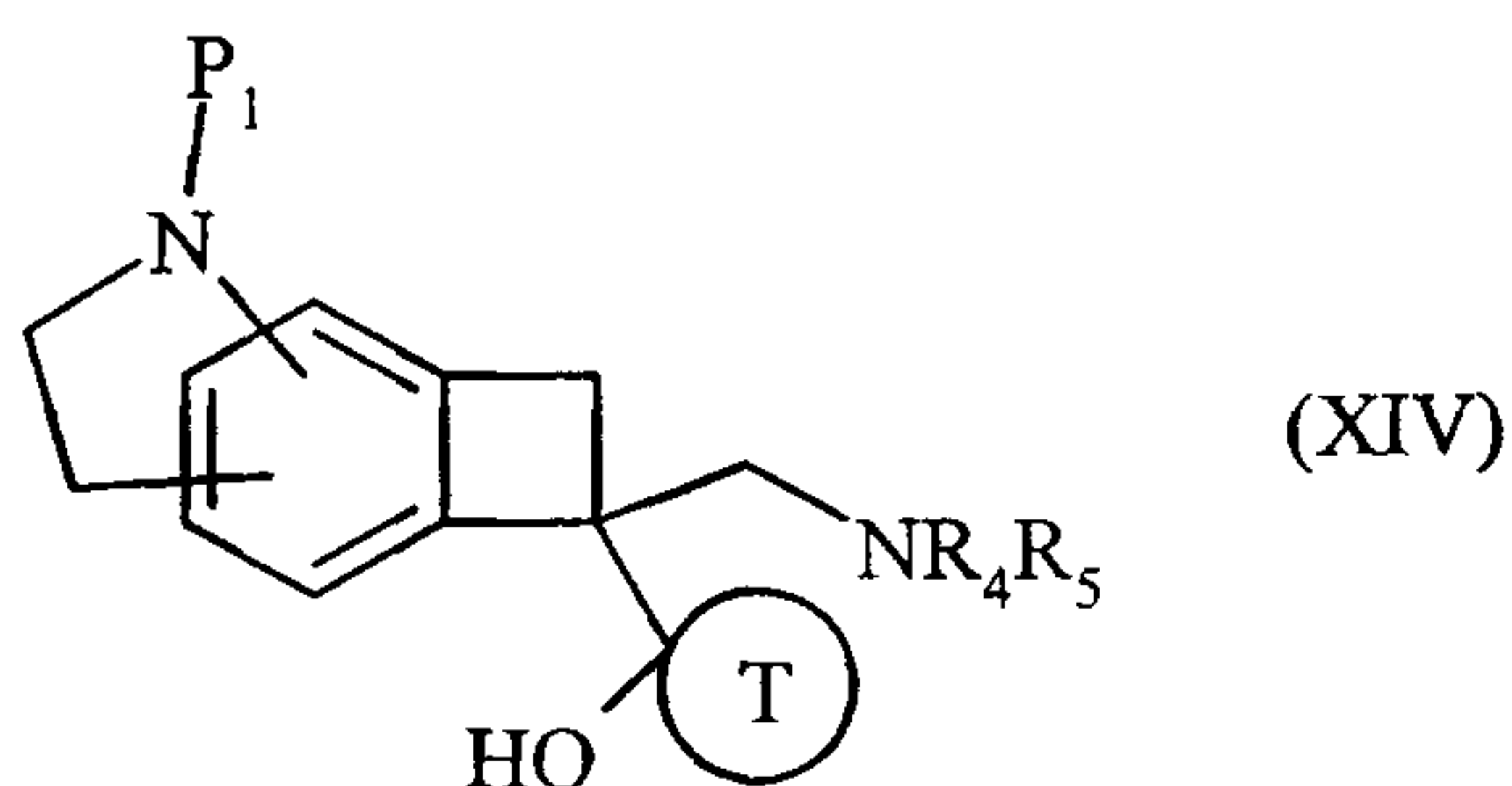
dans laquelle T et R<sub>3</sub> sont tels que définis précédemment,

ii) soit, après protection de l'amine du groupe indoline, réduit pour obtenir un composé de formule (XIII):



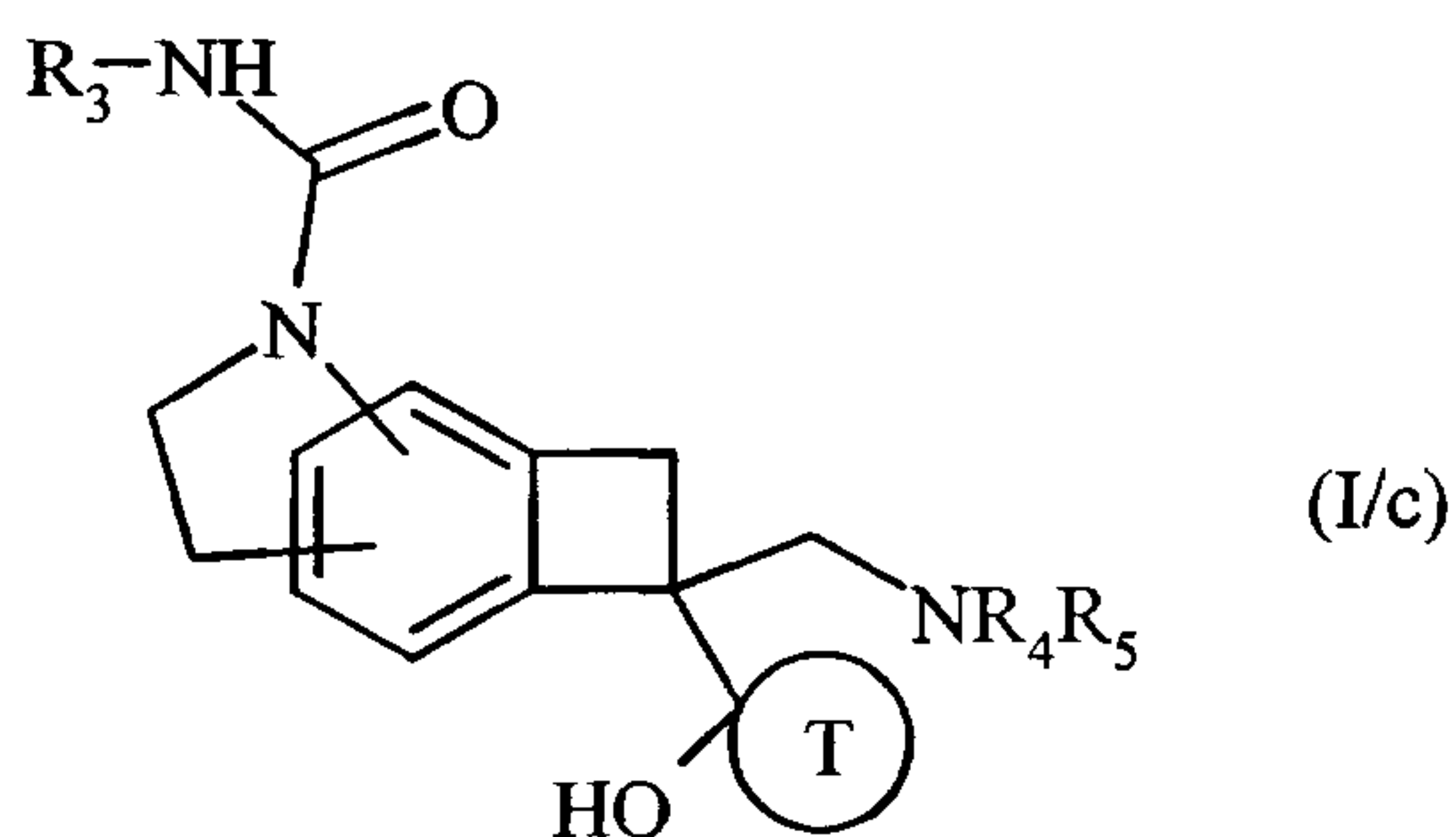
dans laquelle T est tel que défini précédemment et P<sub>1</sub> est un groupement protecteur,  
composé de formule (XIII) dont la fonction amine primaire est ensuite substituée et transformée en fonction amine secondaire puis tertiaire, pour obtenir un composé de formule (XIV):

- 40 -



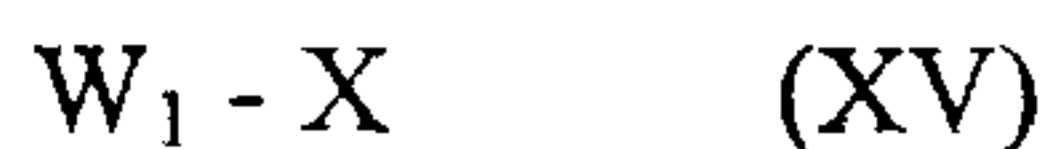
dans laquelle  $R_4$  et  $R_5$  sont tels que définis dans la revendication 1, et T et  $P_1$  sont tels que définis précédemment,

composé de formule (XIV) qui, après déprotection de l'atome d'azote du noyau indoline, est traité par un composé de formule (X) définie précédemment, pour obtenir un composé de formule (I/c):

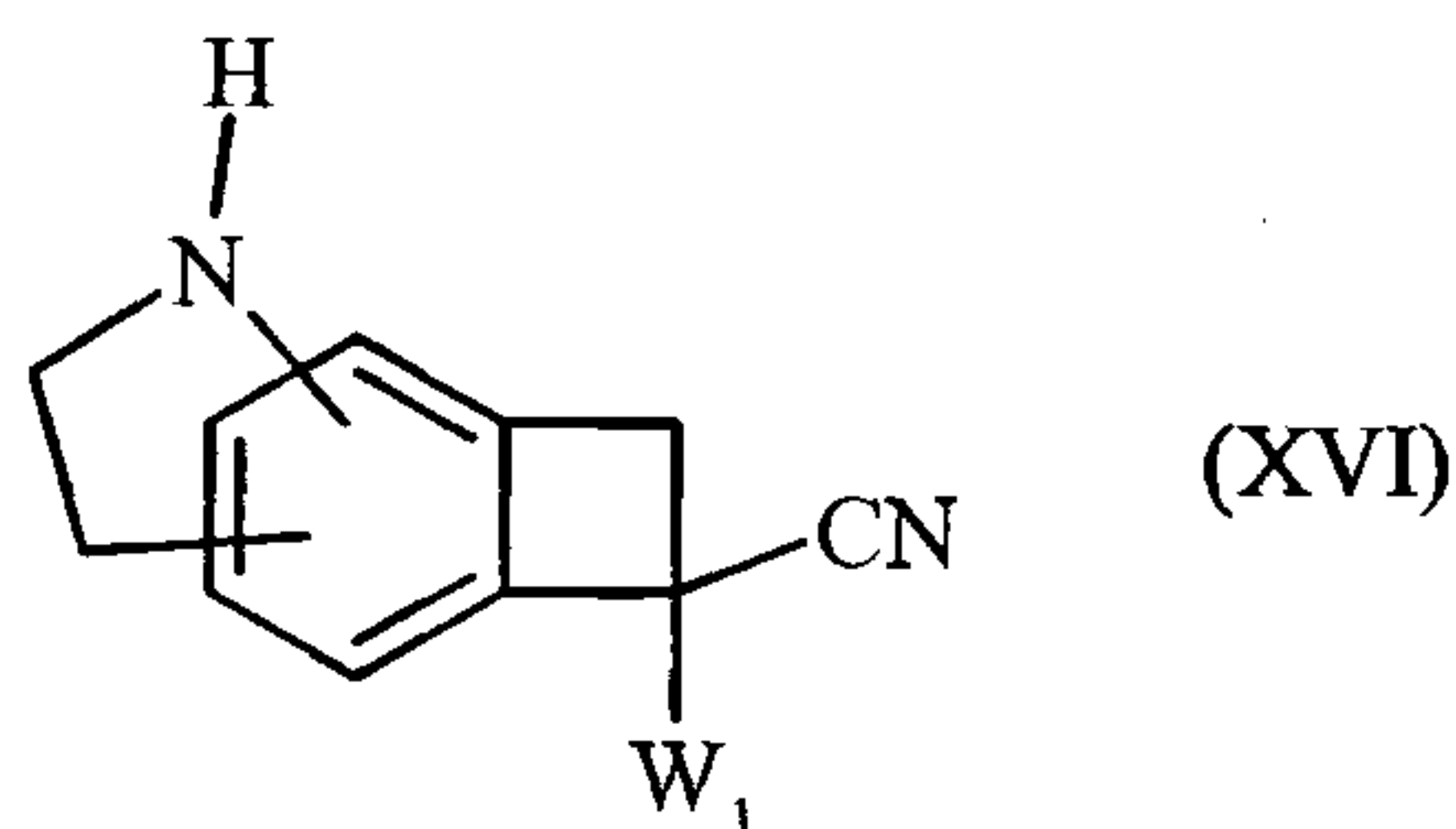


dans laquelle T,  $R_4$ ,  $R_5$  et  $R_3$  sont tels que définis précédemment,

b) soit par une base forte ou un alcoolate de métal alcalin, en présence d'un composé de formule (XV):



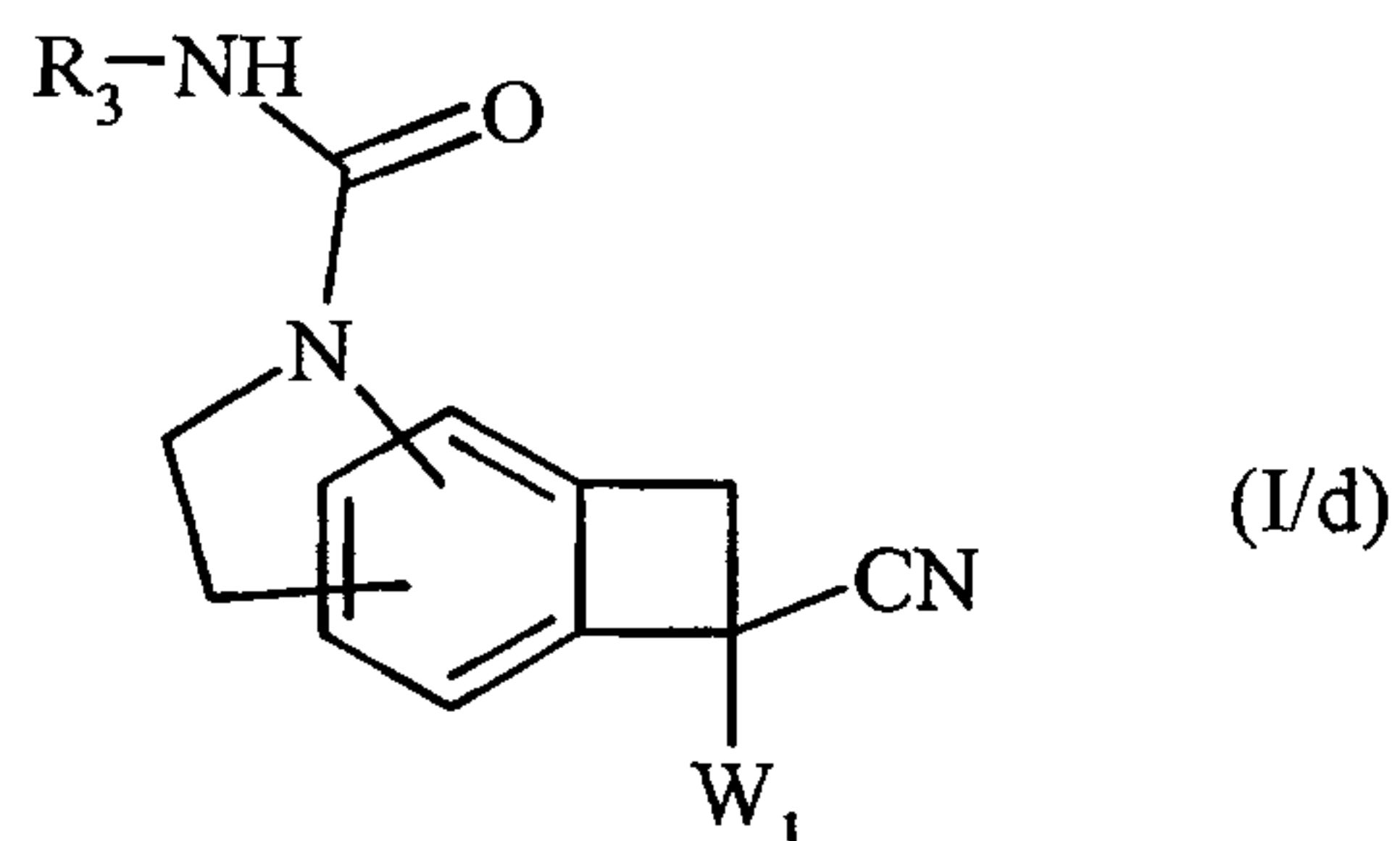
dans laquelle  $W_1$  représente un groupement alkyle en  $C_1$ - $C_6$  linéaire ou ramifié, arylalkyle en  $C_1$ - $C_6$  linéaire ou ramifié, cycloalkyle ou cycloalkylalkyle en  $C_1$ - $C_6$  linéaire ou ramifié, et X représente un groupe partant, pour conduire à un composé de formule (XVI):



dans laquelle  $W_1$  est tel que défini précédemment, composé de formule (XVI) qui est:

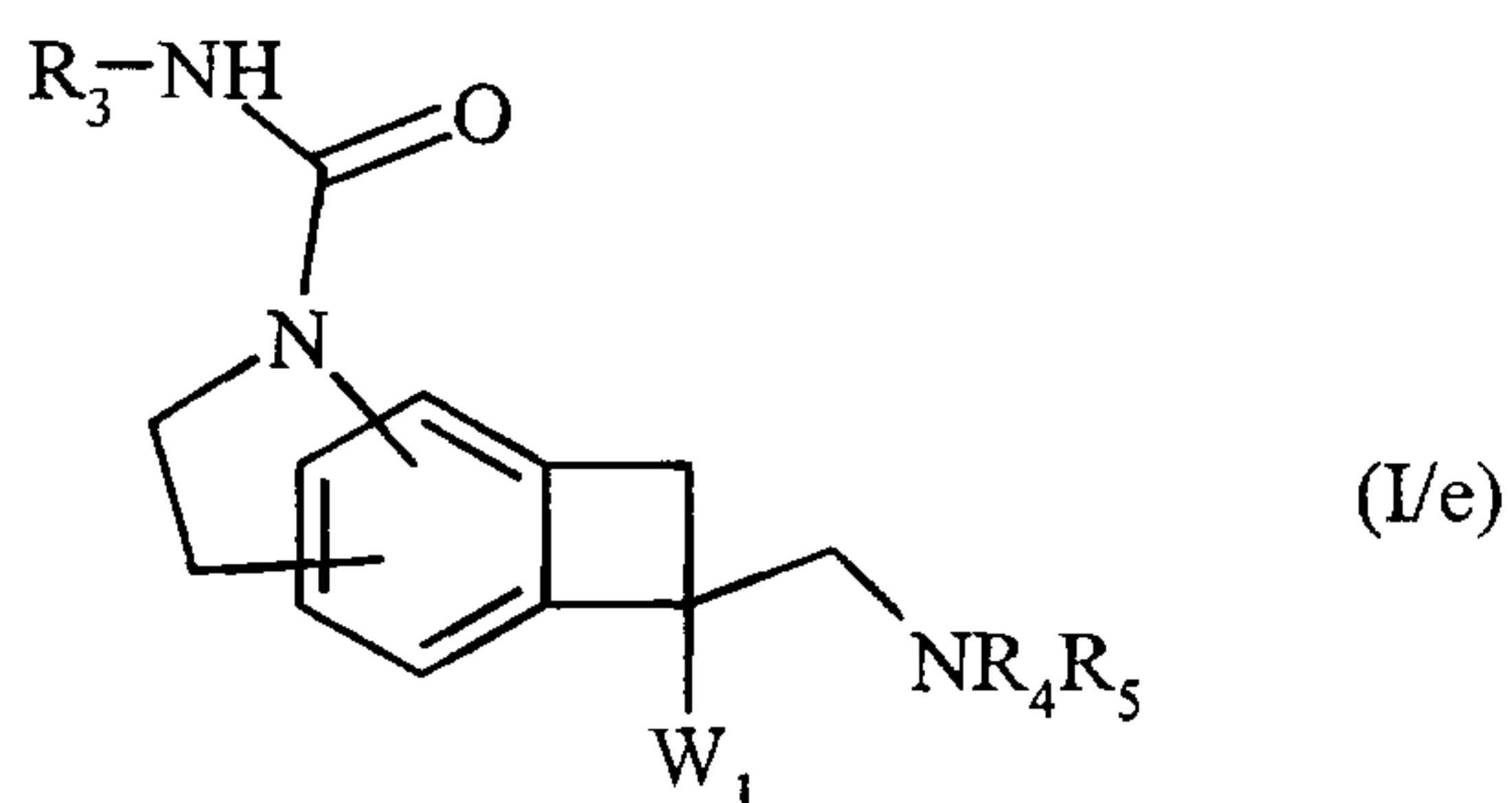
- 41 -

i) soit traité par un composé de formule (X) définie précédemment, pour obtenir un composé de formule (I/d):



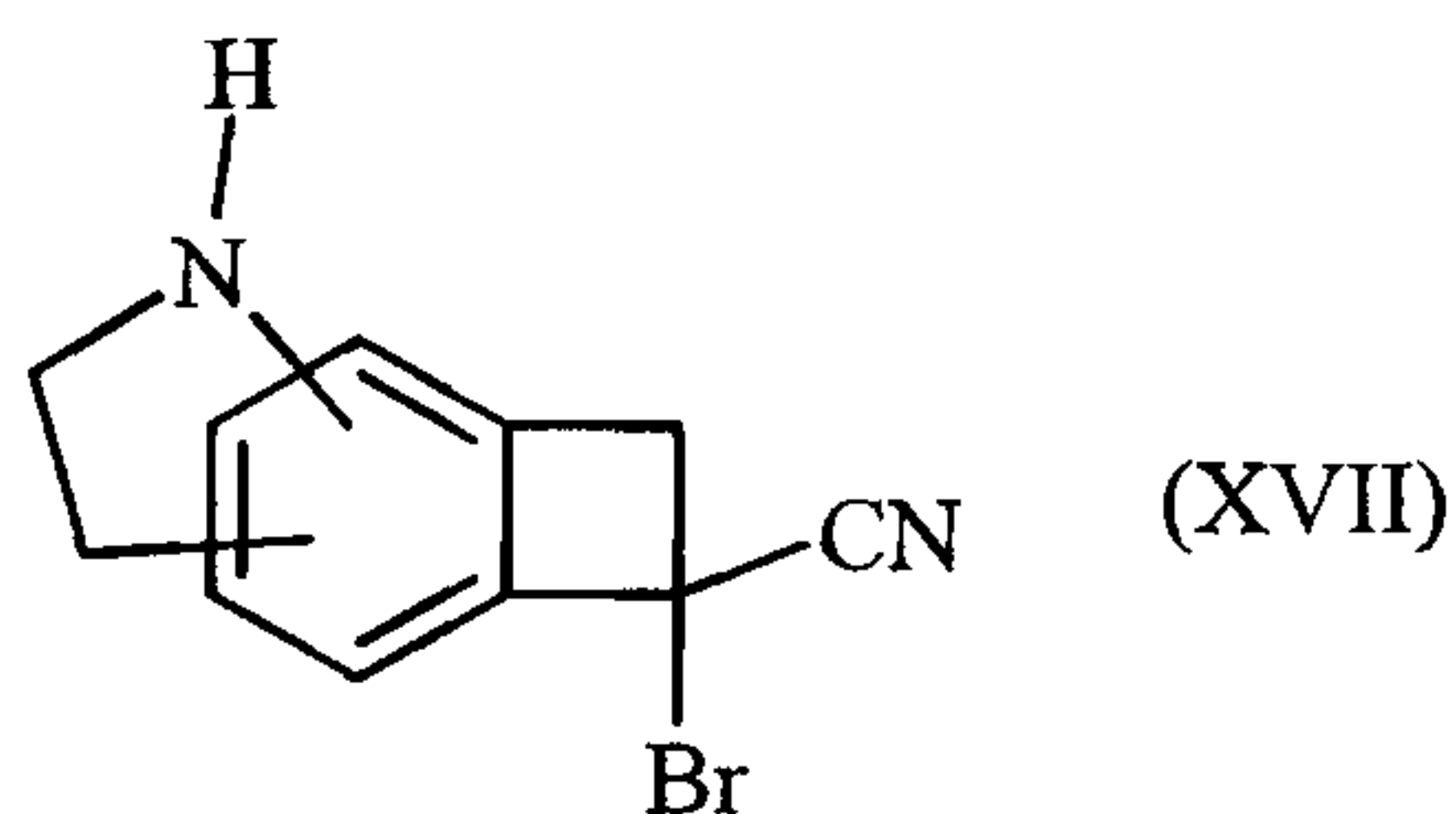
dans laquelle  $W_1$  et  $R_3$  sont tels que définis précédemment,

ii) soit transformé, après protection de l'atome d'azote du noyau indoline, en amine primaire, secondaire puis tertiaire, pour conduire après déprotection et traitement en présence d'un composé de formule (X) définie précédemment, à un composé de formule (I/e):



dans laquelle  $W_1$ ,  $R_3$ ,  $R_4$  et  $R_5$  sont tels que définis précédemment,

c) soit par du dibrome dans un solvant organique chloré pour obtenir un composé de formule (XVII):

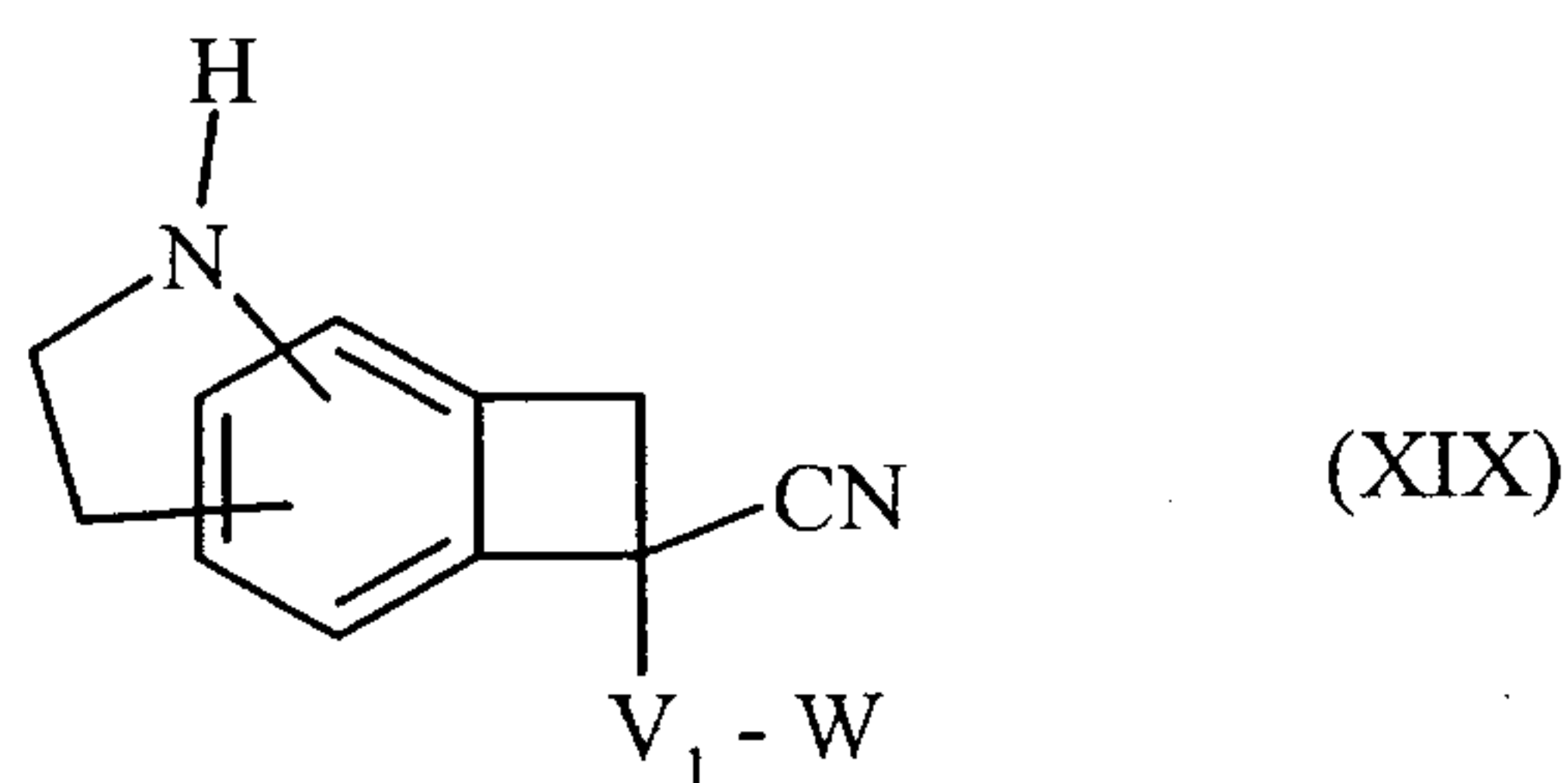


composé de formule (XVII) que l'on fait réagir avec un composé de formule (XVIII):



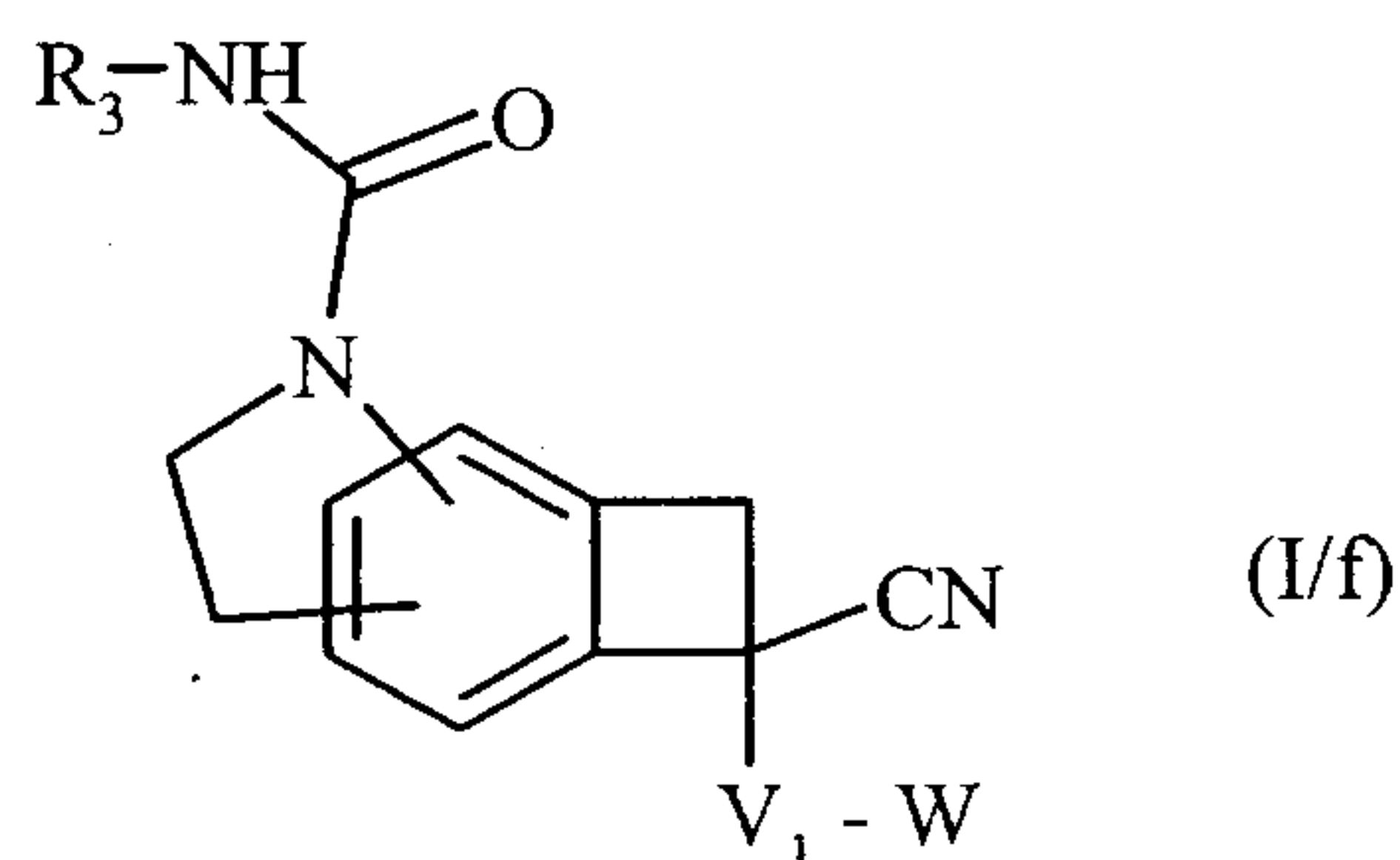
- 42 -

dans laquelle W est tel que défini dans la revendication 1 et  $V_1$  représente un atome d'oxygène ou un atome de soufre, pour obtenir un composé de formule (XIX):

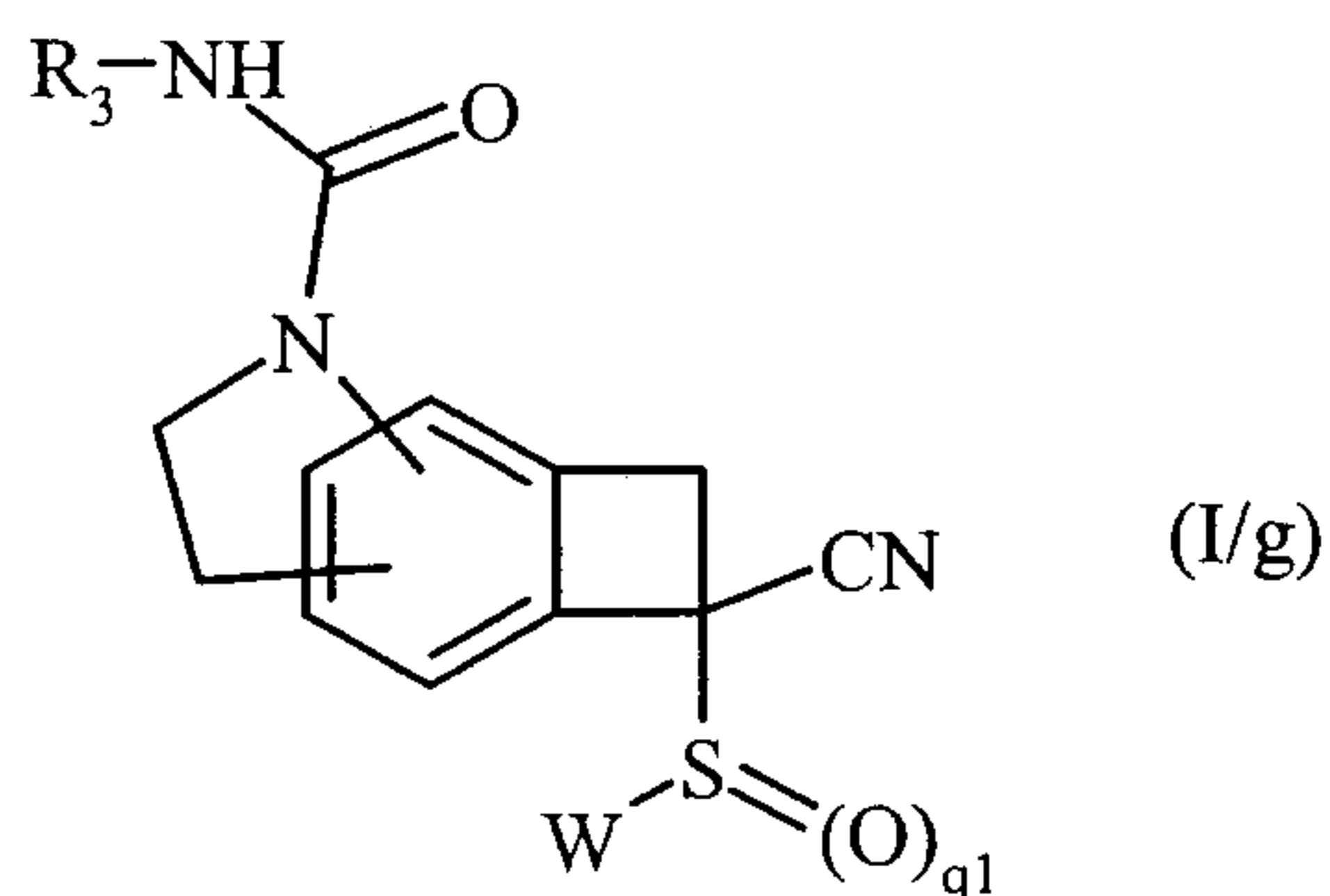


dans laquelle  $V_1$  et W sont tels que définis précédemment, composé de formule (XIX) qui est:

i) soit traité par un composé de formule (X) définie précédemment, pour obtenir un composé de formule (I/f):



dans laquelle  $R_3$ ,  $V_1$  et W sont tels que définis précédemment, composés de formule (I/f), dans le cas où  $V_1$  représente un atome de soufre, qui est éventuellement soumis à une oxydation pour conduire à un composé de formule (I/g):

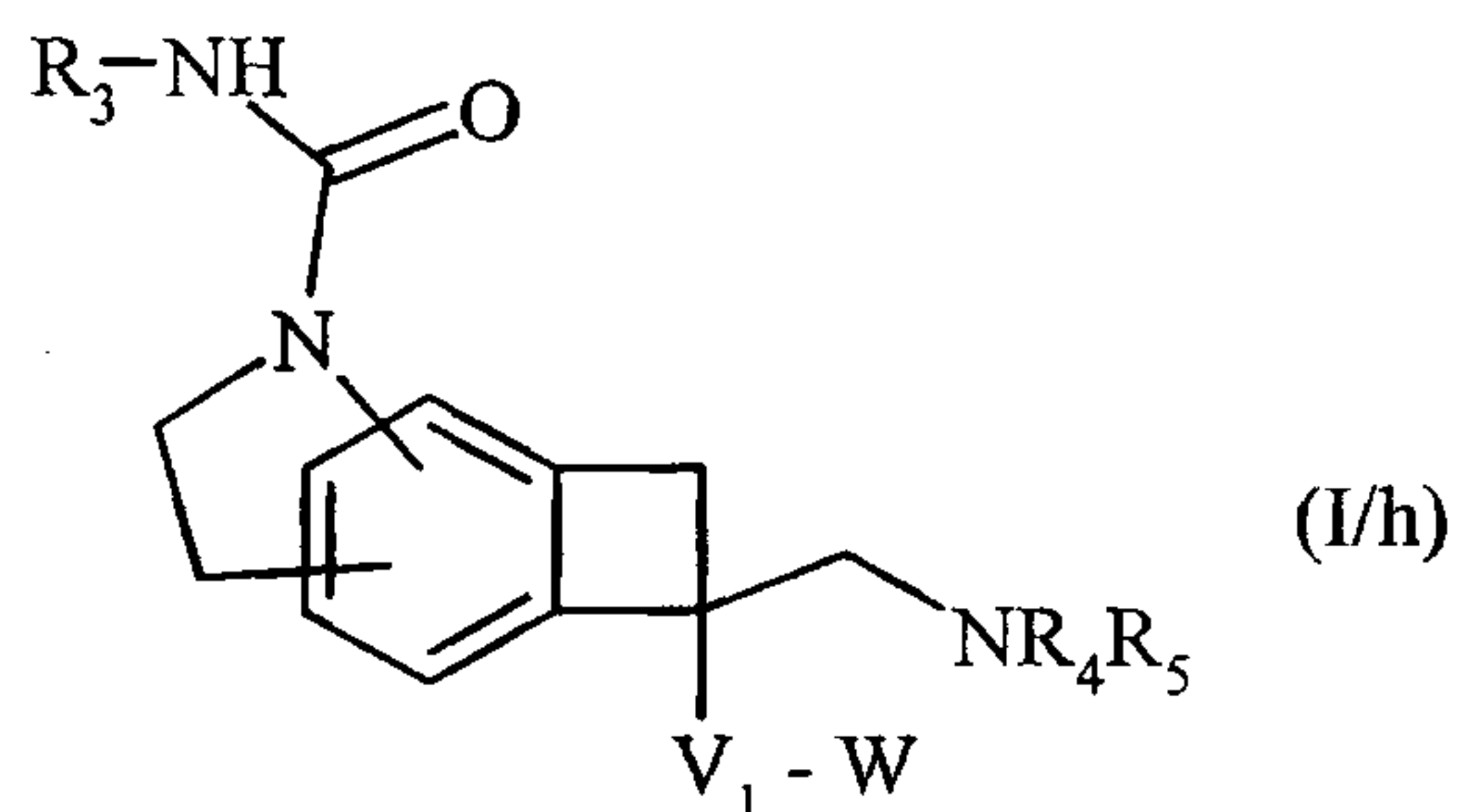


dans laquelle  $R_3$  et W sont tels que définis précédemment et  $q_1$  est un entier compris entre 1 et 2 inclus,

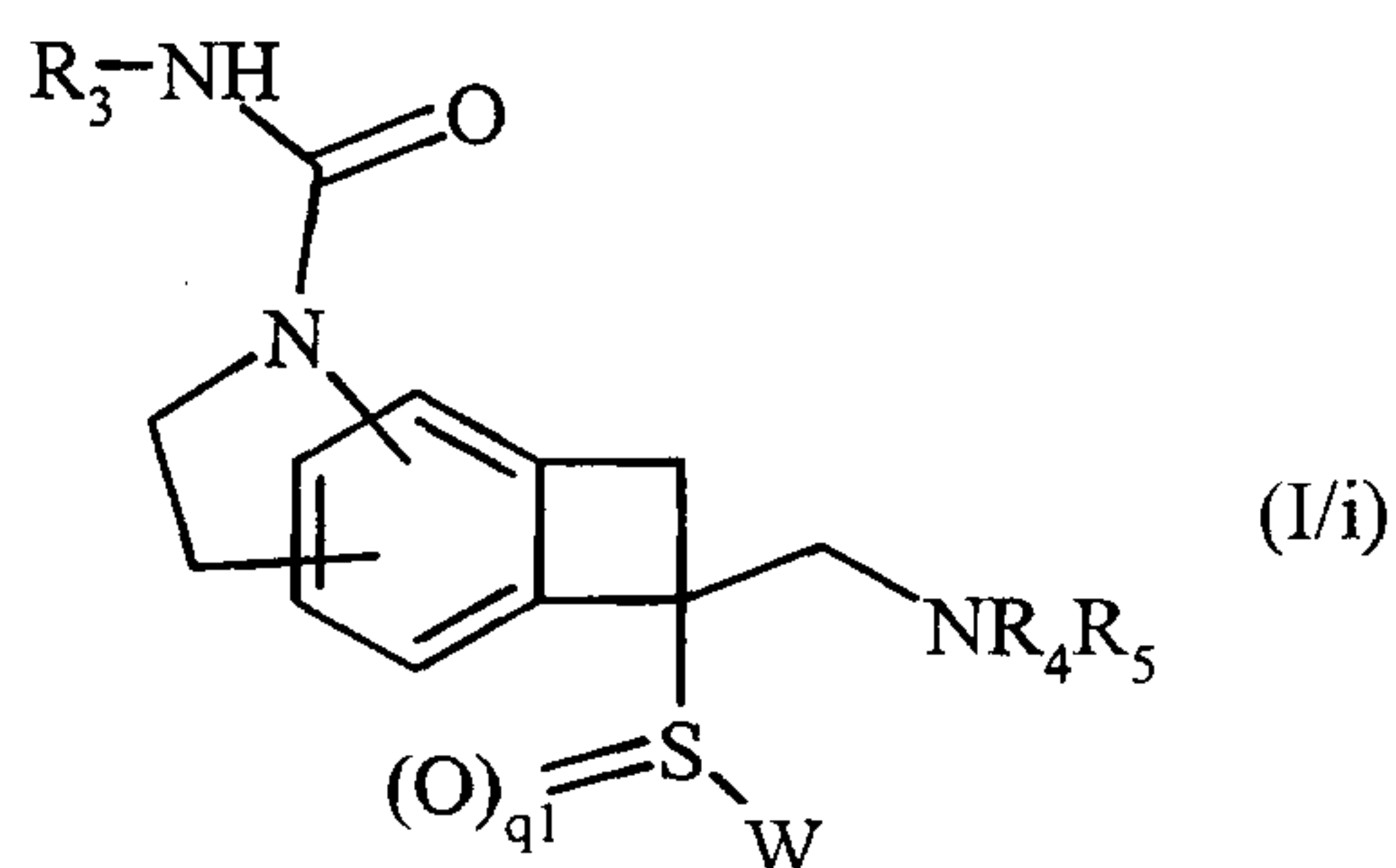
ii) soit protégé puis transformé, par la même séquence de réactions que le composé de formule (XII), en amine primaire, secondaire et tertiaire, pour conduire après

- 43 -

déprotection et traitement par un composé de formule (X), définie précédemment, à un composé de formule (I/h):

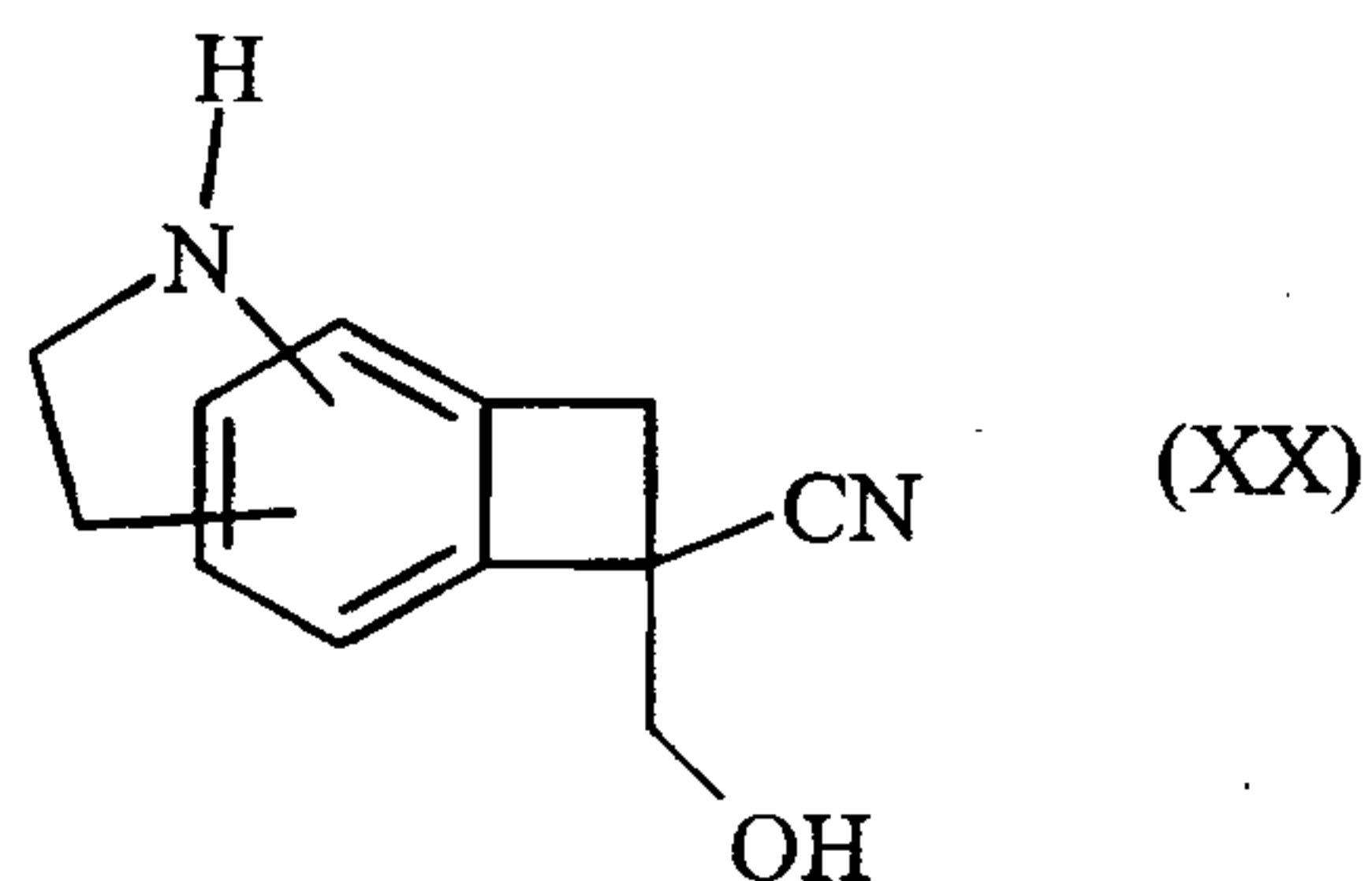


dans laquelle  $V_1$ ,  $W$ ,  $R_3$ ,  $R_4$  et  $R_5$  sont tels que définis précédemment, composé de formule (I/h), dans le cas où  $V_1$  représente un atome de soufre, qui est éventuellement soumis à une oxydation pour conduire à un composé de formule (I/i):



dans laquelle  $W$ ,  $R_3$ ,  $R_4$ ,  $R_5$  et  $q_1$  sont tels que définis précédemment,

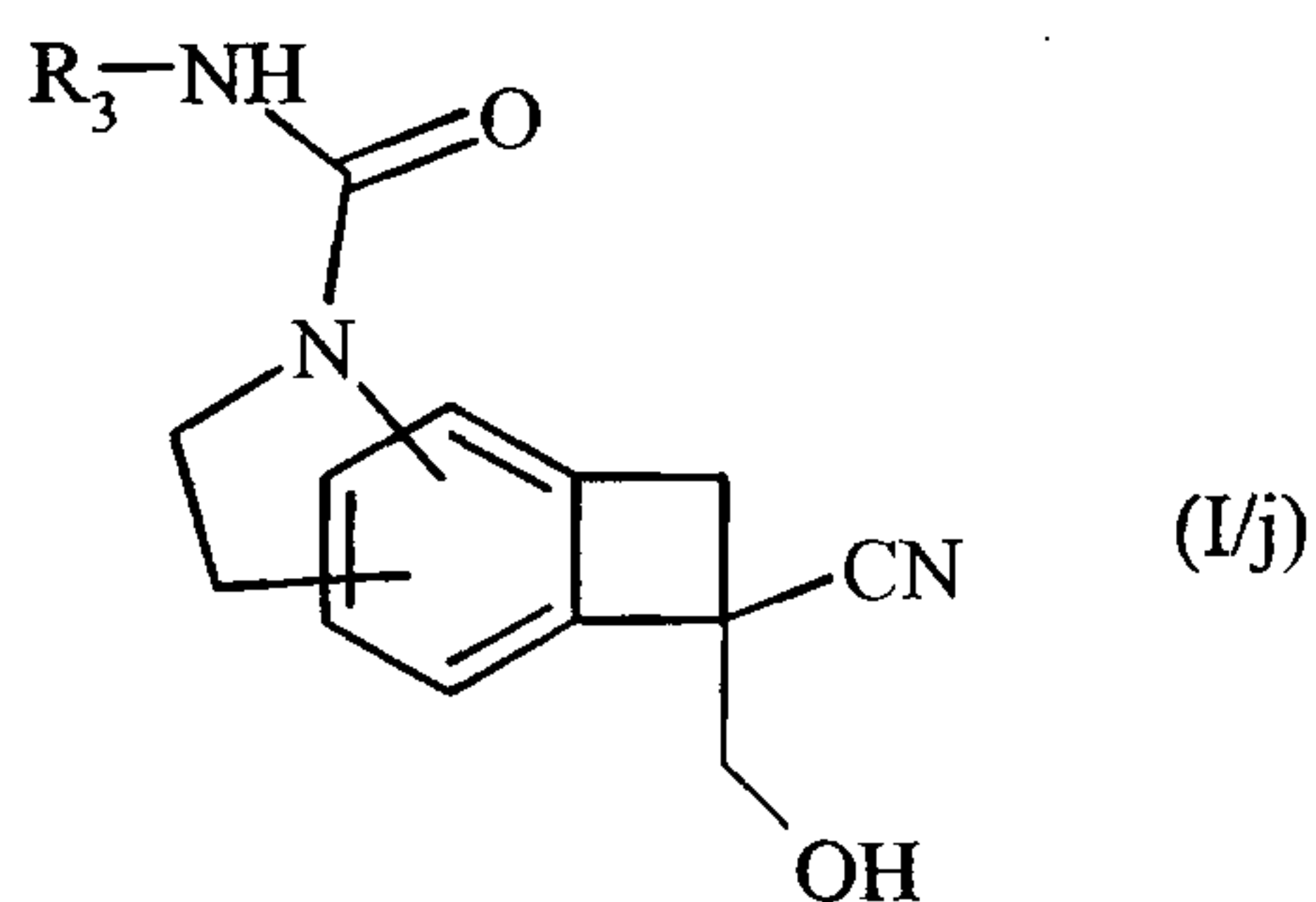
d) soit par un hydrure alcalin dans la diméthylformamide en présence de formaldéhyde, pour obtenir un composé de formule (XX):



composé de formule (XX) qui est:

i) soit traité par un composé de formule (X) définie précédemment, pour obtenir un composé de formule (I/j):

- 44 -

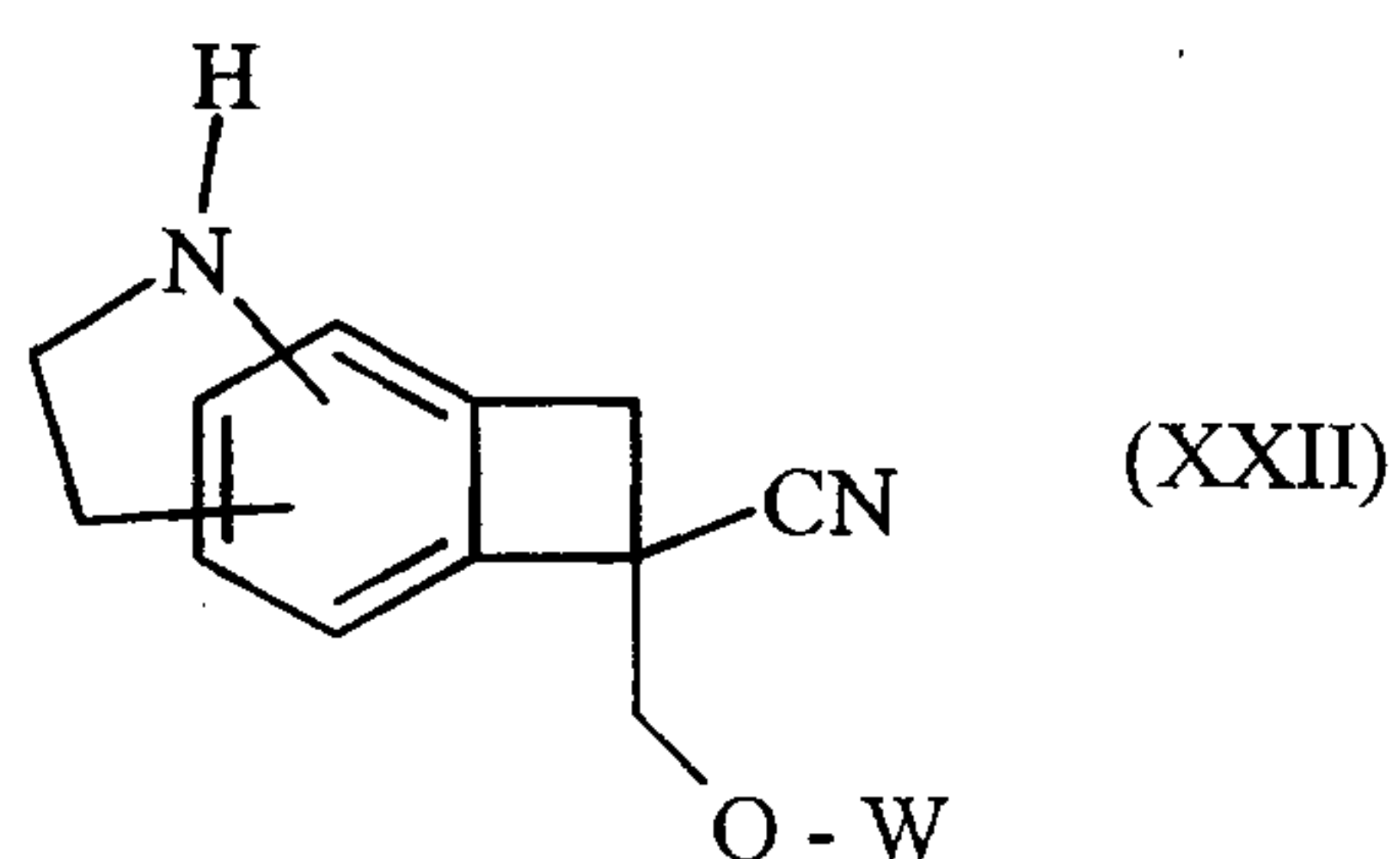


dans laquelle  $R_3$  est tel que défini précédemment,

ii) soit protégé au niveau de l'atome d'azote du noyau indoline, puis traité selon les conditions de la réaction de Mitsunobu par un composé de formule (XXI):



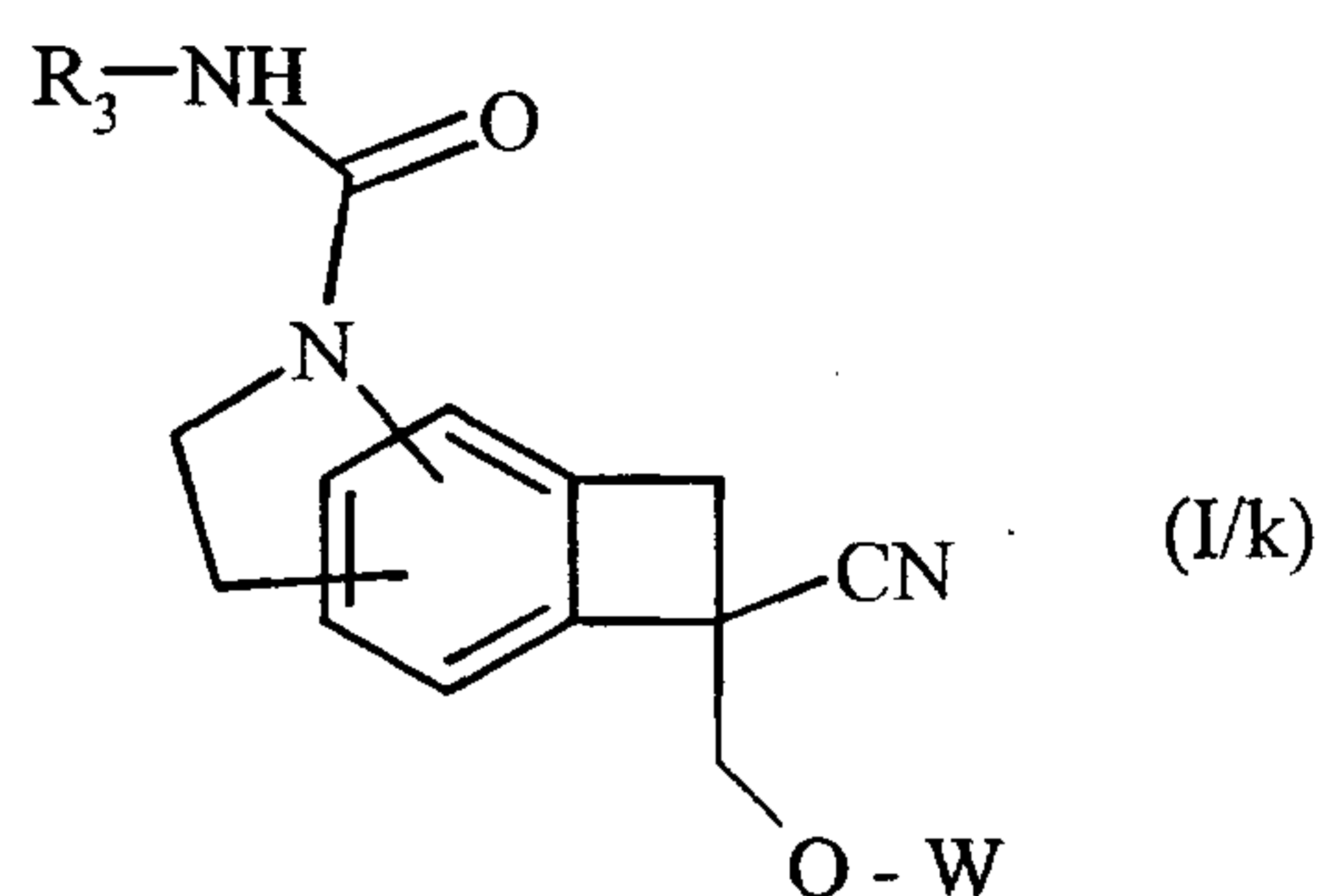
dans laquelle  $W$  est tel que défini dans la revendication 1, pour conduire, après déprotection de l'atome d'azote du noyau indole, à un composé de formule (XXII):



dans laquelle  $W$  est tel que défini précédemment,

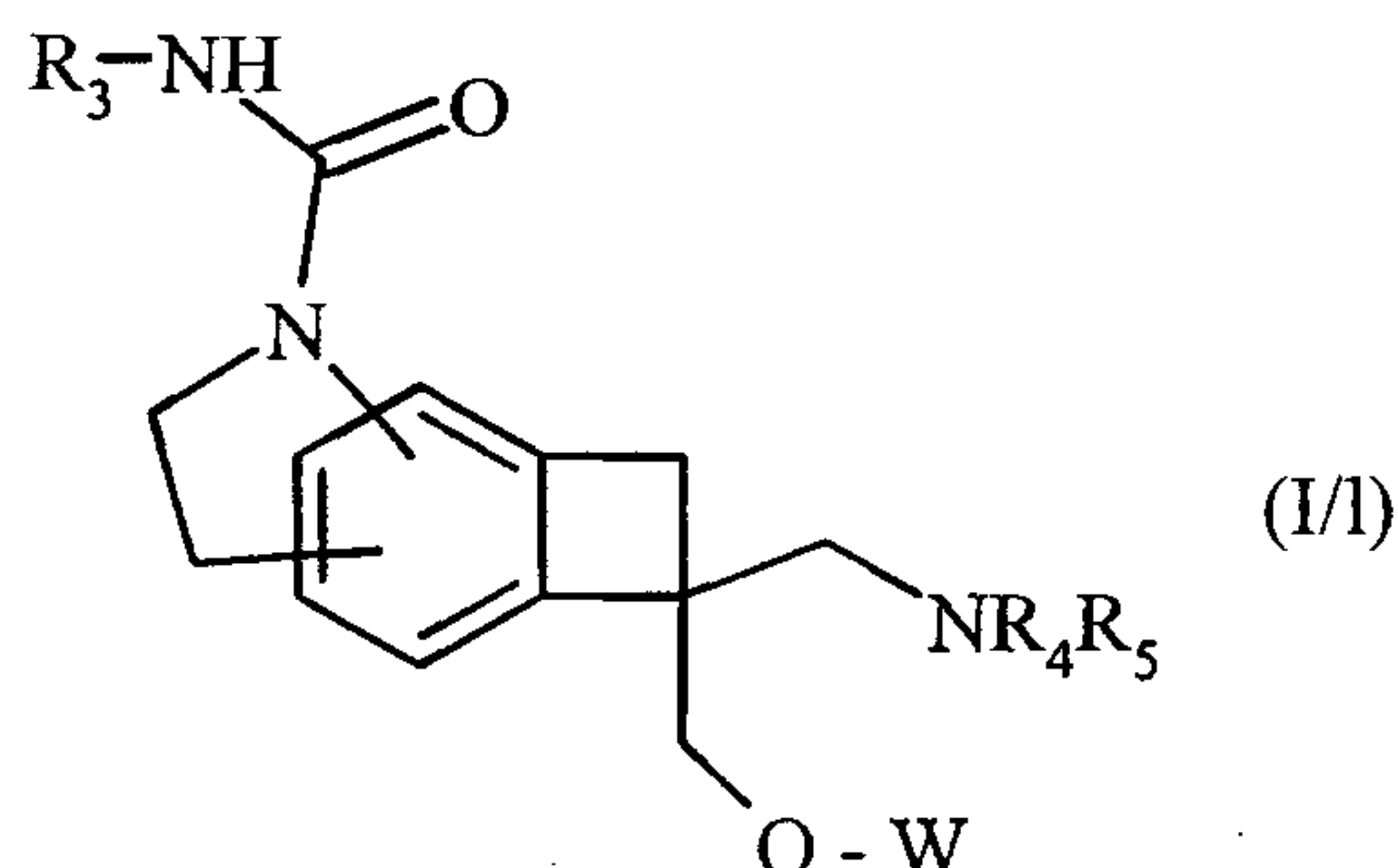
composé de formule (XXII) qui est:

- soit traité par un composé de formule (X) définie précédemment, pour obtenir un composé de formule (I/k):



dans laquelle  $R_3$  et  $W$  sont tels que définis précédemment,

- soit protégé puis transformé, par la même séquence de réaction que le composé de formule (XII), en amine primaire, secondaire et tertiaire, pour conduire après déprotection et traitement par un composé de formule (X) définie précédemment, à un composé de formule (I/1):



dans laquelle  $R_3$ ,  $R_4$ ,  $R_5$  et  $W$  sont tels que définis précédemment,

les composés de formules (I/a) à (I/l) formant l'ensemble des composés de formule (I), que l'on purifie le cas échéant, dont on sépare éventuellement les différents isomères et que l'on transforme, le cas échéant, en leurs sels d'addition à un acide ou à une base pharmaceutiquement acceptable.

21. Procédé selon la revendication 20, caractérisé en ce que l'on utilise un composé de formule (XV) dans laquelle  $W_1$  est tel que défini dans la revendication 20 et X représente un atome d'halogène ou un groupement trifluorométhylsulfonate, mésylate ou tosylate.

22. Composition pharmaceutique contenant comme principe actif au moins un composé selon l'une quelconque des revendications 1 à 19, en association avec un ou plusieurs excipients ou véhicules inertes, non toxiques et pharmaceutiquement acceptables.

23. Composition pharmaceutique selon la revendication 22, caractérisée en ce qu'elle est destinée au traitement de l'anxiété, des attaques de paniques, des troubles obsessionnels compulsifs, des phobies, des troubles impulsifs, de l'abus de drogue, des troubles de la cognition, des psychoses, des dépressions ou des troubles de l'humeur.

24. Utilisation d'un composé selon l'une quelconque des revendications 1 à 19, pour la fabrication d'un médicament destiné au traitement de l'anxiété, des attaques de paniques,

- 46 -

des troubles obsessionnels compulsifs, des phobies, des troubles impulsifs, de l'abus de drogue, des troubles de la cognition, des psychoses, des dépressions ou des troubles de l'humeur.

