

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 14.02.91.

③0 Priorité :

④3 Date de la mise à disposition du public de la demande : 21.08.92 Bulletin 92/34.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de recherche : *Se reporter à la fin du présent fascicule.*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : Société dite : SANOFI — FR.

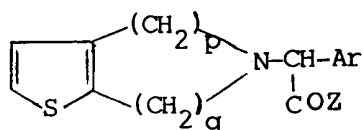
⑦2 Inventeur(s) : Cazenave Jean-Pierre et Herbert Jean-Marc.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire : Cabinet Lavoix.

⑤4 Utilisation de dérivés de tétrahydrothiénopyridine comme inhibiteurs de l'angiogénèse.

⑤7 L'invention a pour objet l'utilisation de composés de formule



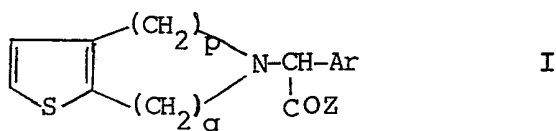
dans laquelle p vaut 2 et q vaut 1 ou p vaut 1 et q vaut 2; Ar représente un phényle éventuellement substitué, et Z représente NR<sub>1</sub>R<sub>2</sub> dans lequel R<sub>1</sub> et R<sub>2</sub>, identiques ou différents, représentent H, alkyle éventuellement substitué ou forment avec l'atome d'azote un hétérocycle saturé; ou Z représente OR dans lequel R est H ou alkyle éventuellement substitué, et leurs sels d'addition, sous forme d'énantiomère pur ou de leurs mélanges, pour la préparation de compositions pharmaceutiques pour prévenir ou traiter les pathologies impliquant ou dépendant d'une néovascularisation.



La présente invention concerne l'utilisation de dérivés de tétrahydrothiényopyridine pour la préparation de compositions pharmaceutiques pour prévenir ou traiter les pathologies impliquant ou dépendant d'une néovascularisation et notamment des rétinopathies, l'arthrite rhumatoïde, le psoriasis, certaines tumeurs cancéreuses, les angiomes, le syndrome de Kaposi et les complications du SIDA, les chéloïdes cutanées, les complications des brûlures, les rejets de greffe et l'endométriose.

Ces composés sont, en effet, des inhibiteurs de l'angiogénèse.

Les composés utilisables selon l'invention sont ceux répondant à la formule



20

dans laquelle

p vaut 2 et q vaut 1 ou p vaut 1 et q vaut 2 ;

Ar représente un phényle non substitué, ou portant un ou plusieurs substituants choisis parmi halogéno, alkyle en C<sub>1</sub> à C<sub>3</sub>, alkoxy en C<sub>1</sub> à C<sub>3</sub>, nitro ou trifluorométhyle; et

Z représente NR<sub>1</sub>R<sub>2</sub> dans lequel R<sub>1</sub> et R<sub>2</sub>, identiques ou différents, représentent H, alkyle en C<sub>1</sub> à C<sub>4</sub> éventuellement substitué par NR<sub>3</sub>R<sub>4</sub> ou par phényle, substitué ou non par halogéno, alkyle en C<sub>1</sub> à C<sub>3</sub>, alkoxy en C<sub>1</sub> à C<sub>3</sub>, nitro ou trifluorométhyle, ou forment avec l'atome d'azote un hétérocycle saturé, ou Z représente OR dans lequel R est H ou alkyle en C<sub>1</sub> à C<sub>6</sub> éventuellement substitué par OH ou NR'<sub>3</sub>R'<sub>4</sub>

2

et  $R_3$ ,  $R'_3$ ,  $R_4$  et  $R'_4$ , représentent chacun H, alkyle en  $C_1$  à  $C_4$  ou forment avec l'atome d'azote un hétérocycle saturé,

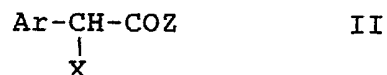
et leurs sels d'addition avec des acides minéraux ou organiques pharmaceutiquement acceptables.

Par hétérocycle saturé on entend piperidino, pyrrolidinyle, morpholino et piperazinyle-1 et, par alkyle et alkoxy, les radicaux à chaîne droite ou ramifié.

Ces composés comportent au moins un carbone asymétrique et les énantiomères purs comme leurs mélanges en toutes proportions et notamment les racémiques sont utilisables selon l'invention.

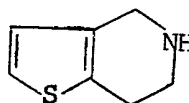
On préfère les composés de formule I, dans lesquels Ar représente un noyau phényle substitué par un atome d'halogène, et mieux un noyau phényle ortho-chloré, et Z représente méthoxy ou éthoxy. Parmi ces composés, les isomères lévogyres, de configuration absolue S, définie selon la méthode de la règle séquentielle, sont préférés.

Ces composés, dont un certain nombre sont connus et notamment décrits dans EP-A-99802 et EP-A-281459, peuvent être préparés de façon classique par action d'un dérivé phénylacétique de formule



dans laquelle X représente Cl ou Br

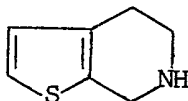
sur la 4,5,6,7-tétrahydrothiéno[3,2-c]pyridine, connue, de formule



III

3

ou son isomère, connu, de formule IV



5

dans un solvant polaire protique, tel qu'un alcool, ou aprotique, tel que l'acétone ou le diméthylformamide, en présence d'une base minérale ou organique pour neutraliser l'acide formé.

Dans le cas où Z est OH, on effectue généralement la substitution de l'azote hétérocyclique avec un composé de formule II dans lequel Z représente un alkoxy et l'ester obtenu sera hydrolysé de façon classique en milieu aqueux de préférence en présence d'une base; on peut aussi préparer à partir des esters d'alkyle les composés dans lesquels Z représente  $NR_1R_2$  ou des esters d'alkyle substitués, par des méthodes connues en elles-mêmes.

Les énantiomères des composés de formule I peuvent être obtenus de façon classique, soit à partir du mélange racémique par recristallisations d'un sel avec un acide optiquement actif, tel que l'un des énantiomères de l'acide camphosulfonique-10 ou de l'acide tartrique, soit en faisant réagir sur les composés de formule III ou IV, un seul des énantiomères du composé de formule II, dans des conditions non racémisantes.

Les compositions pharmaceutiques selon la présente invention, comprenant les composés de formule I ou leurs sels, associés aux excipients usuels compatibles, seront préparées selon les méthodes galéniques habituelles pour être administrables par voie

orale, transmuqueuse ou par injection.

Les doses unitaires et journalières dépendront de l'activité intrinsèque du principe actif et seront adaptées au type et à l'intensité de la pathologie à prévenir ou à traiter, comme à l'âge et au poids du patient. Chez l'adulte pour une administration par voie orale, la dose unitaire peut être comprise entre 5 mg et 500 mg.

Lorsque l'un des énantiomères est nettement plus actif que son homologue, sans qu'il y ait une augmentation parallèle de la toxicité, on utilisera de préférence cet énantiomère pur ou associé avec moins de 10% de son homologue.

On sait, en outre, des brevets EP-99802 et EP-281459 que certains des composés de formule I ont aussi une activité antiagrégante plaquettaire, dont l'intensité est fonction de la configuration de la molécule autour du carbone asymétrique fixé sur l'azote hétérocyclique, et on préfère utiliser pour préparer les compositions pharmaceutiques de l'invention, inhibitrices de l'angiogénèse, les énantiomères des produits ne présentant qu'une faible activité antiagrégante associée.

On décrit dans ce qui suit des essais pharmacologiques qui montrent l'activité inhibitrice de l'angiogénèse de composés représentatifs de l'invention.

- Essai in vitro :

un milieu nutritif (Dulbecco's modified Eagle medium - DMEM), complété avec du sérum de veau foetal (concentration 5% - V/V) et contenant de la glutamine (4 mM), de la pénicilline (100 U/ml), du sulfate de streptomycine (100 µg/ml), introduit dans des puits de

1 ml est ensemencé avec des cellules endothéliales capillaires de cortex cérébral de bovin ( $20 \times 10^3$  cellules/ml), isolées et cultivées comme décrit par D. Gospodarowicz et coll dans J. Cell. physiol. 127, p. 121-136 (1986).

Dès l'adhésion cellulaire, on ajoute 1 ng/ml de facteur de croissance fibroblastique basique bovin, recombinant (rb-FGF) commercialisé par Amersham, facteur connu de stimulation de l'angiogénèse in vivo, puis les solutions à étudier.

Une numération cellulaire est effectuée 5 jours après l'addition de 20  $\mu$ l d'une solution dans le diméthylsulfoxyde des produits à l'étude, de telle sorte que leur concentration finale dans le milieu soit comprise entre  $10^{-4}$  et  $10^{-8}$  M; les puits témoins reçoivent 20  $\mu$ l de solvant.

A partir des résultats obtenus pour plusieurs concentrations de chacun des produits à étudier, on calcule de façon classique à quelle concentration ceux-ci inhibent 50% de la prolifération cellulaire.

Les résultats obtenus figurent dans le tableau I.

#### 25 - Essai in vivo :

H.F. Dvorak et coll. ont montré que des gels de fibrine induisent une réponse angiogène, in vivo, chez le rat.

Leur technique, décrite dans Laboratory Investigation 57 (6) 673-686 (1987) a été utilisée pour mettre en évidence l'activité inhibitrice de l'angiogénèse des composés de l'invention.

On implante, en sous-cutané, chez le rat, des chambres perforées de plexiglas contenant un gel

de fibrine, obtenu par polymérisation de fibrinogène de rat en présence de thrombine. La fibrine est envahie de manière séquentielle et ordonnée par différents types de cellules, tels que des leucocytes, des macrophages, des fibroblastes et des cellules endothéliales, aboutissant à la formation d'un tissu de granulation néovascularisé.

On administre aux rats par voie orale les produits à tester, en suspension dans l'alcool absolu et la gomme arabique à 5% (10 ml/kg), à la dose de 5 et 25 mg/kg/jour pour les composés des exemples 3 et 4, pendant 5 jours avant l'implantation et jusqu'au retrait des chambres. Au bout de 14 jours, un bourgeon de granulation est formé et les chambres sont prélevées afin d'observer la hauteur du bourgeon de granulation ancré dans la matrice et la quantité de néovaisseaux apparus.

Dans une autre expérience pour étudier la régression de l'angiogénèse, les chambres sont implantées sur des rats non traités et l'administration journalière des produits à étudier n'est débutée qu'après 14 jours; l'aspect du bourgeon formé est observé après 8 et 14 jours de traitement.

On a constaté dans les deux séries d'expériences que le composé N° 3 est nettement plus actif que son homologue le composé N° 4, lorsqu'ils sont administrés à la dose de 25 mg/kg/jour et le composé N° 3 est encore très actif à la dose de 5 mg/kg/jour.

L'inhibition de la réponse angiogénique a été évaluée par :

- (i) la hauteur et le diamètre des bourgeons de granulation;
- (ii) le nombre de néovaisseaux par bourgeon et leur localisation,

(iii) la qualité du tissu de granulation.

La hauteur des bourgeons de granulation est inhibiée de 50% après gavage avec le composé de l'exemple 3 et de 30% après gavage avec celui de l'exemple 4 (25 mg/kg/jour). Le premier reste efficace à 5 mg/kg/jour (50% d'inhibition) contrairement au second (5 mg/kg/jour). Le nombre de néovaisseaux par bourgeon est significativement abaissé de 90% par le premier (25 mg/kg/jour) et de 60% par le second (25 mg/kg/jour), de 50% en présence du premier à 5 mg/kg/jour.

Le tissu de granulation apparaît plus lâche et désorganisé après traitement avec le composé de l'exemple 3.

8

TABLEAU I

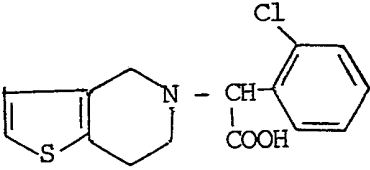
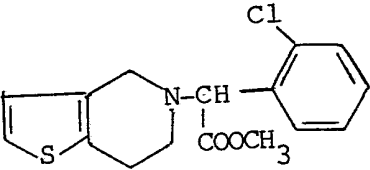
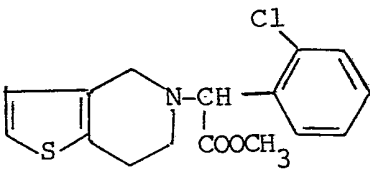
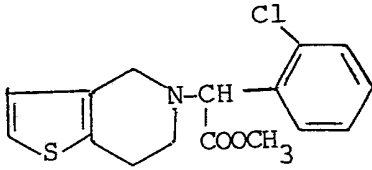
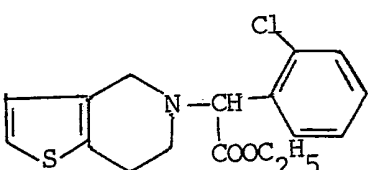
| Composé<br>N° | Formule                                                                             | isomère | F°<br>(sel)                             | CI <sub>50</sub><br>(nM) |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------|-----------------------------------------|--------------------------|
| 1             |    | +       | 205°C<br>HCl                            | 600                      |
| 2             |   | ±       | 140°C<br>HCl                            | 2,3                      |
| 3             |  | +       | 178°C<br>H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | 0,8                      |
| 4             |  | -       | 178°C<br>H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | 3,7                      |
| 5             |  | ±       | 180°C<br>HBr                            | 70                       |

TABLEAU I (suite 1)

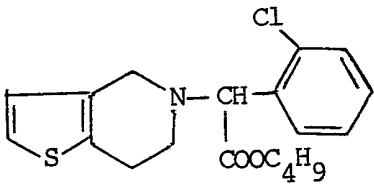
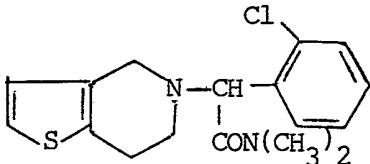
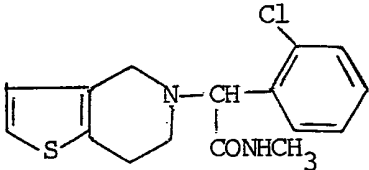
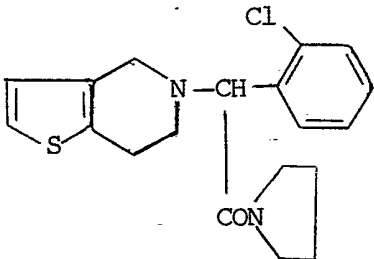
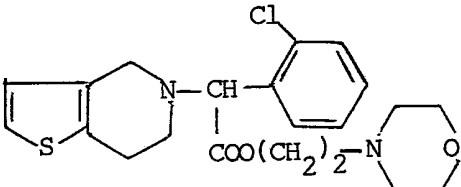
| Composé<br>N° | Formule                                                                             | isomère | F°<br>(sel)                             | CI <sub>50</sub><br>(nM) |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------|-----------------------------------------|--------------------------|
| 6             |    | ±       | 155°C<br>H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | 220                      |
| 7             |   | ±       | 95°C<br>base                            | 80                       |
| 8             |  | ±       | 137°C<br>base                           | 50                       |
| 9             |  | ±       | 130°C<br>base                           | 320                      |
| 10            |  | ±       | 203°C<br>(COOH) <sub>2</sub>            | 20                       |

TABLEAU I (suite 2)

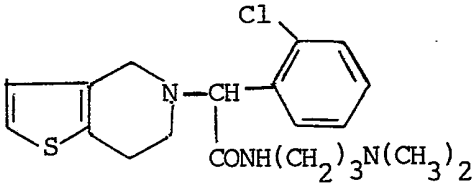
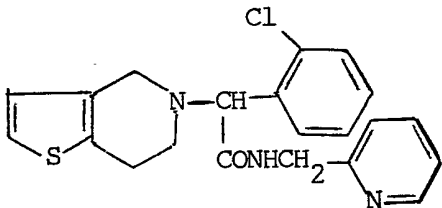
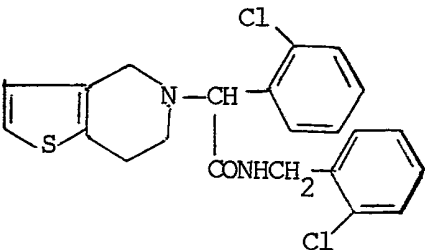
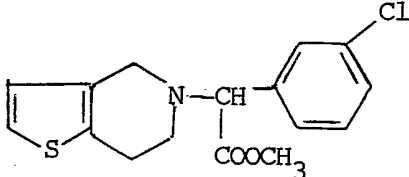
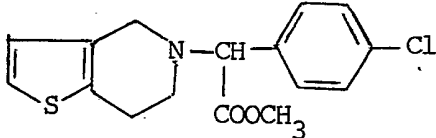
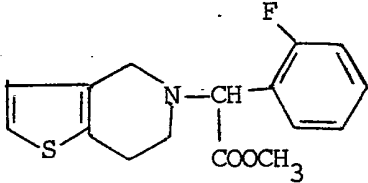
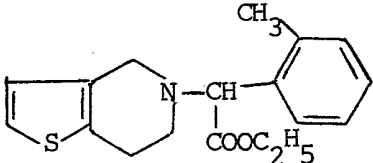
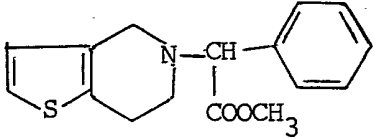
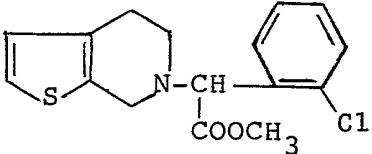
| Composé<br>N° | Formule                                                                             | isomère | F°<br>(sel)    | CI <sub>50</sub><br>(nM) |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------|----------------|--------------------------|
| 11            |   | ±       | 210°C<br>2 HCl | 80                       |
| 12            |   | ±       | 122°C<br>base  | 30                       |
| 13            |  | ±       | 116°C<br>base  | 1,9                      |
| 14            |  | ±       | 186°C<br>HCl   | 60                       |
| 15            |  | ±       | 202°C<br>HCl   | 360                      |

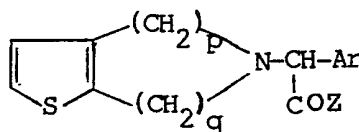
TABLEAU I (suite 3)

| Composé<br>N° | Formule                                                                             | isomère | F°<br>(sel)                             | CI <sub>50</sub><br>(nM) |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------|-----------------------------------------|--------------------------|
| 16            |    | ±       | 100°C<br>HCl                            | 110                      |
| 17            |   | ±       | 188°C<br>H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | 110                      |
| 18            |  | ±       | 200°C<br>HCl                            | 410                      |
| 19            |  | ±       | 150°C<br>HCl                            | 120                      |

REVENDICATIONS

## 1. Utilisation de composés de formule

5



dans laquelle

10

p vaut 2 et q vaut 1 ou p vaut 1 et q vaut 2;

Ar représente un phényle non substitué, ou portant un ou plusieurs substituants choisis parmi halogéno, alkyle en C<sub>1</sub> à C<sub>3</sub>, alkoxy en C<sub>1</sub> à C<sub>3</sub>, nitro ou trifluorométhyle; et

15

Z représente NR<sub>1</sub>R<sub>2</sub> dans lequel R<sub>1</sub> et R<sub>2</sub>, identiques ou différents, représentent H, alkyle en C<sub>1</sub> à C<sub>4</sub> éventuellement substitué par NR<sub>3</sub>R<sub>4</sub> ou par phényle, substitué ou non par halogéno, alkyle en C<sub>1</sub> à C<sub>3</sub>, alkoxy en C<sub>1</sub> à C<sub>3</sub>, nitro ou trifluorométhyle, ou forment avec l'atome d'azote un hétérocycle saturé; ou Z

20

représente OR dans lequel R est H ou alkyle en C<sub>1</sub> à C<sub>6</sub> éventuellement substitué par OH ou NR'<sub>3</sub>R'<sub>4</sub> et R<sub>3</sub>, R'<sub>3</sub>, R<sub>4</sub> et R'<sub>4</sub>, représentent chacun H, alkyle en C<sub>1</sub> à C<sub>4</sub> ou forment avec l'atome d'azote un hétérocycle saturé,

25

et leurs sels d'addition avec des acides minéraux ou organiques pharmaceutiquement acceptables,

les composés de formule I pouvant être sous forme d'énantiomère pur ou de leurs mélanges en proportion quelconque et les hétérocycles saturés pouvant être

30

piperidino, pyrrolidinyle, morpholino et piperaziny-1,

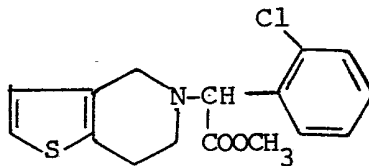
pour la préparation de compositions pharmaceutiques pour prévenir ou traiter les pathologies impliquant ou dépendant d'une néovascularisation.

13

2. Utilisation selon la revendication 1 d'un composé de formule I dans laquelle Ar représente un phényle substitué par un atome d'halogène et de sels.

5 3. Utilisation selon la revendication 1 d'un composé de formule I dans laquelle Ar représente un phényle ortho-chloré et Z représente un groupe alkoxy en C<sub>1</sub> ou C<sub>2</sub> et de ses sels.

10 4. Utilisation selon la revendication 1 de l'isomère lévogyre du composé de formule



15

et de ses sels.

INSTITUT NATIONAL  
de la  
PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

**RAPPORT DE RECHERCHE**  
établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement  
national

FR 9101783  
FA 453144

| DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                    | Revendications<br>concernées<br>de la demande<br>examinée |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| Catégorie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Citation du document avec indication, en cas de besoin,<br>des parties pertinentes |                                                           |
| D,X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | EP-A-281 459 (SANOFI)<br>* le document en entier *<br>---                          | 1-4                                                       |
| D,X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | EP-A-99 802 (SANOFI)<br>* le document en entier *<br>-----                         | 1-4                                                       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                    | DOMAINES TECHNIQUES<br>RECHERCHES (Int. Cl.5)             |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                    | A61K                                                      |
| Date d'achèvement de la recherche<br>19 SEPTEMBRE 1991                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                    | Examineur<br>DULLAART A. W. M.                            |
| <b>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</b><br>X : particulièrement pertinent à lui seul<br>Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un<br>autre document de la même catégorie<br>A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication<br>ou arrière-plan technologique général<br>O : divulgation non-écrite<br>P : document intercalaire<br>T : théorie ou principe à la base de l'invention<br>E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure<br>à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date<br>de dépôt ou qu'à une date postérieure.<br>D : cité dans la demande<br>L : cité pour d'autres raisons<br>.....<br>& : membre de la même famille, document correspondant |                                                                                    |                                                           |