

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication :
(A n'utiliser que pour les
commandes de reproduction).

2 523 154

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 82 03921

(54) Procédé de préparation de protéoglycanes immunostimulants inducteurs d'interféron, protéoglycanes obtenus et médicament les contenant.

(51) Classification internationale (Int. Cl.³). C 12 P 21/00; A 61 K 37/00 // C 12 R 1/19, 1/22, 1/43.

(22) Date de dépôt..... 9 mars 1982.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 37 du 16-9-1983.

(71) Déposant : PIERRE FABRE SA. — FR.

(72) Invention de : Lucien Dussourd d'Hinterland, Gérard Normier et Anne-Marie Pinel.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Regimbeau, Corre, Martin et Schrimpf,
26, av. Kléber, 75116 Paris.

La présente invention concerne une fraction
protéoglycanique isolée de membranes bactériennes
ainsi qu'un procédé pour sa préparation et son
utilisation comme immunostimulant, notamment pour
5 l'activation des cellules N.K. (Natural Killer)
connues pour leur pouvoir cytotoxique vis-à-vis
des cellules tumorales.

Le brevet français n° 78 35649 déposé le
19 décembre 1978 au nom de la Demanderesse décrivait
10 la préparation de protéoglycanes membranaires
détoxifiés à partir de bactéries gram négatif et
leur utilisation comme adjuvant dans des vaccins.

La présente invention décrit, à partir de
ce type de protéoglycanes membranaires provenant notamment
15 d'une souche de Klebsiella pneumoniae, l'isolement
d'une fraction protéoglycanique possédant des
propriétés immunostimulantes dont la plus remarquable
est d'activer fortement la stimulation des cellules
N.K.

Le procédé selon la présente invention,
20 permettant de préparer des protéoglycanes membranaires
bactériens ayant une activité immunostimulante,
notamment inductrice d'interféron, à partir de
protéoglycanes membranaires solubles d'une souche
25 de bactérie gram négatif, est caractérisé en ce que :

- les protéoglycanes membranaires solubles d'une souche de bactérie gram négatif sont hydrolysés par le lysozyme, et en ce que

5 - l'on sépare du produit d'hydrolyse les protéoglycanes ayant un poids moléculaire compris entre 200 000 et 400 000.

10 Les protéoglycanes membranaires solubles utilisés comme produits de départ dans le procédé selon l'invention sont préparés, de préférence, selon les procédés décrits dans le brevet français n° 78 35649. Dans le procédé du brevet français n° 78 35649, l'étape essentielle consiste à traiter en milieu aqueux les protéoglycanes membranaires bruts, séparés par l'un quelconque des procédés connus, par une base ou un hypobromite et à récupérer la phase
15 aqueuse contenant les protéoglycanes solubles.

D'autres caractéristiques de ce procédé pourront être trouvées dans le brevet précédent dont les enseignements sont incorporés dans la présente description à titre de référence.

20 La séparation des protéoglycanes ayant un poids moléculaire compris entre 200 000 et 400 000 qui constituent la fraction active selon l'invention peut être effectuée par un procédé quelconque, en particulier en utilisant une chromatographie sur tamis moléculaire, par exemple sur une colonne de gel Sépharose CL 2 B.
25

Le traitement par le lysozyme hydrolyse les liaisons N-acétylmuramyl- β -(1-4)-N-acétylglucosamine des protéoglycanes en réduisant ainsi le poids moléculaire de ces fractions. La durée de cette hydrolyse est de
30 préférence comprise entre 10 minutes et 1 heure et, en général, de l'ordre de 30 minutes. Avant de soumettre le produit d'hydrolyse au fractionnement chromatographique, il est intéressant d'éliminer le lysozyme et les différents sels ou composés présents.

Les protéoglycanes solubles sont, de préférence, délipidés, par exemple à l'aide d'un ou plusieurs solvants des lipides, avant d'être soumis à l'action du lysozyme.

5 Parmi les bactéries gram négatif susceptibles d'être mises en oeuvre, il faut citer plus particulièrement *Klebsiella pneumoniae*, *Serratia marcescens* et *Escherichia coli* et, tout spécialement, la souche de *Klebsiella pneumoniae* qui est une souche non capsulée,
10 isolée par le Centre d'Immunologie et de Biologie PIERRE FABRE et déposée à la Collection Nationale de Culture de Microorganismes (CNCM) sous le n° 145-I-IP.

Les protéoglycanes ainsi obtenus ont les caractéristiques physico-chimiques ci-après :

15 - poids moléculaire compris entre 200 000 et 400 000
- teneur en hexoses, 8 et 10 %
- teneur en galactose , 8 et 10 %
- teneur en hexosamines, 3 et 6 %
- teneur en acides uroniques, 4 et 6 %
20 - teneur en protéines, 35 et 50 %

La présente invention concerne également l'utilisation de ces protéoglycanes à titre de médicament. En effet, ces protéoglycanes présentent de précieuses propriétés immunostimulantes.

25 Ces propriétés immunostimulantes ont été mises en évidence par voie injectable et par voie orale chez la souris.

Ainsi, il a été mis en évidence pour ces produits une forte activation des cellules N.K. significative ($P > 0,01$) sur un lymphome induit par le virus de Moloney chez la souris. Cette action est inhibée par un anti-interféron (α -IF), ce qui montre que l'activation des cellules N.K. par cette fraction est due à un effet inducteur d'interféron.

30

Chez les animaux jeunes, les protéoglycanes stimulent à la fois des cellules N.K. et pré-N.K.

5 On observe également une stimulation de la synthèse de DNA in vitro par les cellules spléniques de souris, de façon proportionnelle à la dose, et une potentialisation de la réponse anticorps précoce à la sérumbumine bovine (BSA).

10 En outre, une très forte stimulation des macrophages est mise en évidence dans les cinq systèmes suivants:

- chimiluminescence des granulocytes humains in vitro,
- phagocytose in vitro de la protéine A marquée par ^{125}I ,
- étude de la nature des macrophages activé (Ia^+ ou Ia^-),
- test d'élimination du carbone colloïdal in vivo,
- 15 - test de protection contre *Candida albicans*.

20 Dans tous les systèmes étudiés, des modifications significatives de l'activité cellulaire sont observées qui se traduisent in vivo par une augmentation marquée de l'élimination du carbone et une résistance accrue à l'infection par *Candida albicans*. Il a été mis en évidence un impact considérable sur les premiers stades de la phagocytose de granulocytes humains, par un test de chimiluminescence. Sur les macrophages par une mesure in vitro après activation in vivo, augmentation des propriétés phagocytaires en induisant simultanément un phénotype plus primitif.

25 Les exemples suivants sont destinés à illustrer un procédé de préparation de protéoglycanes selon l'invention.

EXEMPLE 1Préparation de protéoglycanes membranaires solublesa) Isolement des protéoglycanes membranaires bruts

5 La biomasse de la souche de *Klebsiella pneumoniae* 145-I-IP est dispersée dans un tampon Tris-HCl 0,01 M, pH 7,0, contenant NaCl 0,15 M glacé puis soumise à un broyage mécanique destiné à rompre les parois cellulaires.

10 Le lysat bactérien est clarifié par une centrifugation de 10 minutes à 7 500 g puis le surnageant est centrifugé pendant 45 minutes à 30 000 g.

15 Le culot est dispersé dans une solution aqueuse de NaCl 0,15 M. La suspension est à nouveau clarifiée 10 minutes à 7 500 g puis centrifugée 45 minutes à 30 000 g.

Le culot est repris dans l'eau distillée puis à nouveau soumis à un cycle de centrifugation à 7 500 g puis 30 000 g.

20 Le culot de protéoglycanes membranaires bruts est alors repris dans 1/4 du volume initial d'eau distillée, la suspension est clarifiée 10 minutes à 7 500 g et le surnageant est lyophilisé.

b) Extraction des protéoglycanes membranaires solubles

25 Les protéoglycanes membranaires bruts lyophilisés sont dispersés dans NaOH (0,1 M) puis soumis à une hydrolyse ménagée pendant 1 heure à 56°C. Après refroidissement, la suspension est neutralisée par HCl dilué puis dialysée 24 heures contre de l'eau distillée. La suspension est alors clarifiée par centrifugation 30 45 minutes à 30 000 g puis le surnageant est filtré sur membrane 0,22µ. Le filtrat est lyophilisé.

EXEMPLE 2Préparation de la fraction immunostimulantea) Délipidation des protéoglycanes membranaires solubles

5 Le lyophilisat de protéoglycanes membranaires solubles obtenu à l'exemple 1 est délipidé par une première extraction de 2 heures à 25°C dans un mélange chloroforme/méthanol (2/1).

Après essorage sur un verre fritté n° 4, le résidu est extrait 2 heures à 25°C dans un mélange éther/éthanol (1/3).

Après essorage sur verre fritté n° 4, le résidu est desséché sous vide.

b) Traitement par le lysozyme

15 Le résidu sec de protéoglycanes solubles délipidés est dissous dans du tampon Tris-HCl 0,015 M, pH 8,0, contenant EDTA, Na₂ 0,008 M et 80 mg/l de lysozyme.

Après 30 minutes d'incubation à 25°C, la solution est chromatographiée sur une colonne de Biogel P₃₀ dans l'eau distillée.

Le premier pic élué au volume d'exclusion est recueilli puis dialysé contre de l'eau distillée.

Après filtration sur membrane 0,22 µ, le filtrat est lyophilisé.

c) Fractionnement chromatographique

25 Le lyophilisat précédent est dissous dans du tampon Tris-HCl 0,01 M, pH 7,0, puis soumis à un fractionnement par chromatographie de tamisage moléculaire sur une colonne de gel Sépharose CL 2 B, équilibrée avec le même tampon.

30 Les fractions correspondant au pic contenant l'activité immunostimulante ayant un poids moléculaire compris entre 200 000 et 400 000 sont regroupées puis dialysées contre de l'eau distillée.

Le dialysat est stérilisé par filtration sur membrane 0,22 μ puis lyophilisé stérilement.

Le lyophilisat constitue la fraction protéoglycanique immunostimulante qui sera utilisée dans les exemples suivants.

La fraction protéoglycanique telle qu'elle est isolée en un pic homogène sur Sépharose CL 2 B présente les caractères analytiques moyens suivants :

	- poids moléculaire,	(\approx 300 000)
10	- teneur en hexoses,	9,3 %
	- teneur en galactose,	8,8 %
	- teneur en hexosamines,	4,5 %
	- teneur en acides uroniques,	5,3 %
	- teneur en protéines,	42,5 %
15	- teneur en ARN,	< 0,05%
	- teneur en ADN,	< 0,02%
	- teneur en acides gras,	<< 1 %

Les exemples suivants sont destinés à mettre en évidence les propriétés immunostimulantes des protéoglycanes obtenus dans l'exemple 2.

L'ensemble des tests N.K. décrits ci-après ont été conduits selon le protocole général décrit dans Kiessling R. et Wigzell H., Immunol. Rev. 44, 165 (1979).

25 EXEMPLE 3

Activation des cellules N.K. par voie injectable

Animaux : souris CBA/J de 4 mois (mâles)

Cellules cibles : -YAC-1 sensibles aux N.K. (lymphome induit par le virus de Moloney chez la souris).

30

Protocole

Les souris reçoivent par voie intra-péritonéale 15 µg de la fraction protéoglycanique dans 0,2 ml de PBS.

5 Le test est effectué 24 heures après.

Les résultats mesurés sont rassemblés sur le graphique de la figure 1.

10 Sur ces graphiques, on a représenté le pourcentage de lyse des cellules cibles en fonction du rapport en nombre de cellules effectrices (c'est-à-dire des cellules N.K.) par rapport aux cellules cibles.

15 Sur la figure 1, la courbe 1 correspond à des animaux traités alors que la courbe 2 correspond à un groupe témoin.

On constate une forte activation des cellules N.K. chez les animaux traités par rapport aux animaux témoins.

20 La réponse est significative ($P > 0,01$) par rapport aux valeurs témoins dans ce test.

EXEMPLE 4Activation des cellules N.K. par voie orale

Animaux : souris CBA/H

25 Cellules cibles : - cellules YAC sensibles aux N.K.
(Lymphome Moloney)
- cellules P 815 insensibles aux N.K.
(DBA/2 mastocytome).

Protocole

30 Les souris ont reçu chaque jour par voie orale 1 dose de 15 µg de fraction protéoglycanique pendant 14 jours ; une dose identique de 15 µg est ensuite administrée également par voie orale le 18ème jour.

Résultats

a) Cellules YAC (sensibles)

Les résultats mesurés sont représentés sur le graphique de la figure 2.

5 Sur ce graphique, on a représenté le pourcentage de lyse des cellules cibles en fonction du rapport entre les cellules effectrices et les cellules cibles mais à différentes époques. Ainsi on a indiqué en t le nombre de jours écoulés depuis le début du
10 traitement et pour chaque jour on a mesuré le pourcentage de lyse à quatre dilutions différentes : 200/1, 100/1, 50/1 et 25/1. Les points représentent chacun la moyenne d'un certain nombre d'essais et on a laissé apparaître les résultats observés pour trois groupes d'expériences.
15 Les points blancs représentent les résultats observés pour les animaux traités, les points noirs pour les animaux témoins.

Les résultats sont extrêmement nets, on constate une augmentation hautement significative
20 de l'activité N.K. Cette activité qui est détectable dès le 3ème jour devient très importante au 6ème et au 9ème jour et se maintient à un niveau très élevé pendant toute la durée de l'expérimentation (21 jours).

b) Cellules P 815 (non sensibles)

25 Les résultats observés montrent que contrairement au test N.K. positif utilisant comme cible les cellules YAC, il n'y a pas de cytotoxicité significative décelable à aucun moment de l'expérimentation.

EXEMPLE 5

30 Vérification de la génération d'interféron par la fraction protéoglycanique

Animaux : souris CBA/J de 5 mois (mâles)

Cellules cibles : - YAC-1 sensibles aux N.K.
- Nulli Teratoma sensibles aux N.K.

Protocole

5 Le test N.K. est fait par le protocole habituel avec des animaux recevant la fraction protéoglycanique seule ou avec l'anti-interféron (α -IF).

10 Les résultats observés sont rassemblés sur les graphiques des figures 3 et 4 établies comme cela est indiqué dans l'exemple 3.

Le graphique de la figure 3 rassemble les résultats observés sur les cellules cibles YAC.

15 - la courbe 1 correspond aux animaux traités,
- la courbe 2 correspond aux animaux non traités,
- la courbe 3 correspond aux animaux traités à la fois par les protéoglycanes et l'anti-interféron.

Le graphique de la figure 4 représente le même type de résultats mais pour des cellules cibles Nulli.

20 Ces résultats indiquent clairement que la fraction protéoglycanique active très fortement les cellules N.K. par l'intermédiaire d'une génération d'interféron.

REVENDICATIONS

- 1) Procédé de préparation de protéoglycanes membranaires bactériens ayant une action inductrice d'interféron à partir des protéoglycanes membranaires solubles d'une souche de bactérie gram négatif, caractérisé en ce que :
- 5 - les protéoglycanes membranaires solubles d'une souche de bactérie gram négatif sont hydrolysés par le lysozyme, et en ce que
- on sépare du produit d'hydrolyse les protéoglycanes ayant un poids moléculaire compris entre 200 000 et 400 000.
- 10 2) Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'on sépare les protéoglycanes par chromatographie sur tamis moléculaire.
- 3) Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que l'on sépare les protéoglycanes par chromatographie sur un gel Sépharose CL 2 B.
- 15 4) Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que les protéoglycanes solubles sont délipidés avant l'hydrolyse par le lysozyme.
- 20 5) Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que la délipidation est effectuée par extraction à l'aide d'un ou plusieurs solvants des lipides.
- 6) Procédé selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que la bactérie gram négatif est choisie parmi : *Klebsiella pneumoniae*, *Serratia marcescens*, *Escherichia coli*.
- 25 7) Procédé selon la revendication 6, caractérisé en ce que la bactérie gram négatif est un *Klebsiella pneumoniae*.
- 30 8) Protéoglycane membranaire bactérien obtenu par la mise en oeuvre du procédé selon l'une des revendications 1 à 7.

9) Protéoglycanes immunostimulants provenant de membranes bactériennes, caractérisés par :

- un poids moléculaire compris entre 200 000 et 400 000,
- une teneur en hexoses entre 8 et 10 %
- 5 - une teneur en galactose entre 8 et 10 %
- une teneur en hexosamines entre 3 et 6 %
- une teneur en acides uroniques entre . 4 et 6 %
- une teneur en protéines entre 35 et 50 %.

10) Protéoglycanes selon la revendication 9, caractérisés en ce qu'ils proviennent de *Klebsiella pneumoniae*, *Serratia marcescens* ou *Escherichia coli*.

11) Protéoglycanes selon la revendication 10, caractérisés en ce qu'ils proviennent de *Klebsiella pneumoniae*.

15) 12) Protéoglycanes selon l'une des revendications 9 à 11, caractérisés en ce qu'ils présentent la composition suivante :

- poids moléculaire = 300 000
- teneur en hexoses 9,3 %
- 20 - teneur en galactose 8,8 %
- teneur en hexosamines 4,5 %
- teneur en acides uroniques 5,3 %
- teneur en protéines 42,5 %.

25) 13) A titre de médicaments, les protéoglycanes selon l'une des revendications 8 à 12.

1 / 3

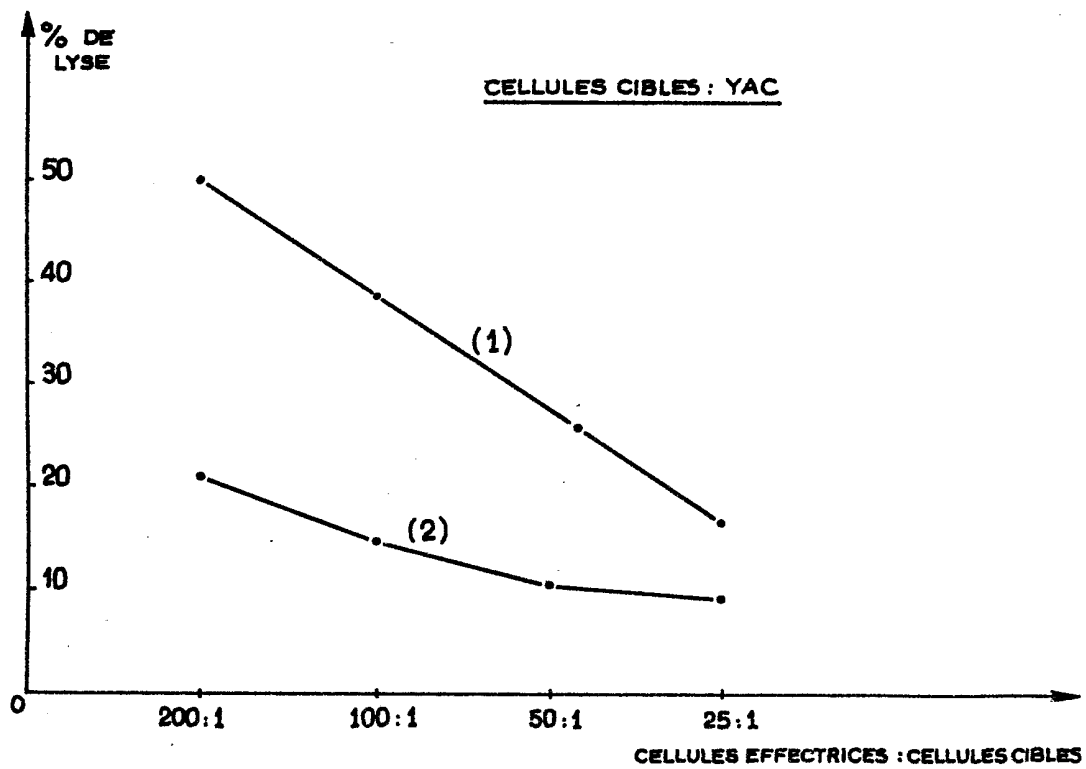
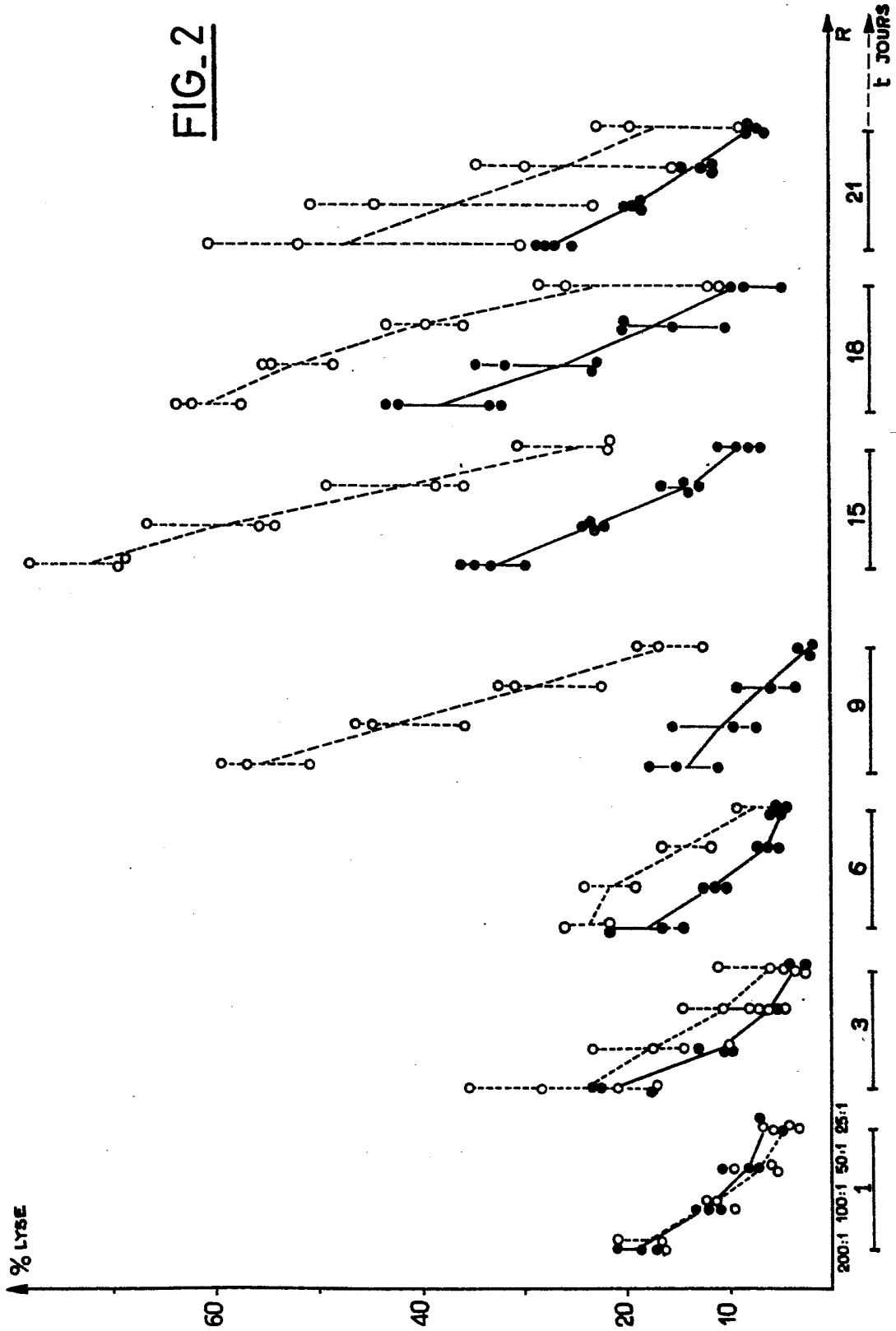
FIG_1

FIG-2



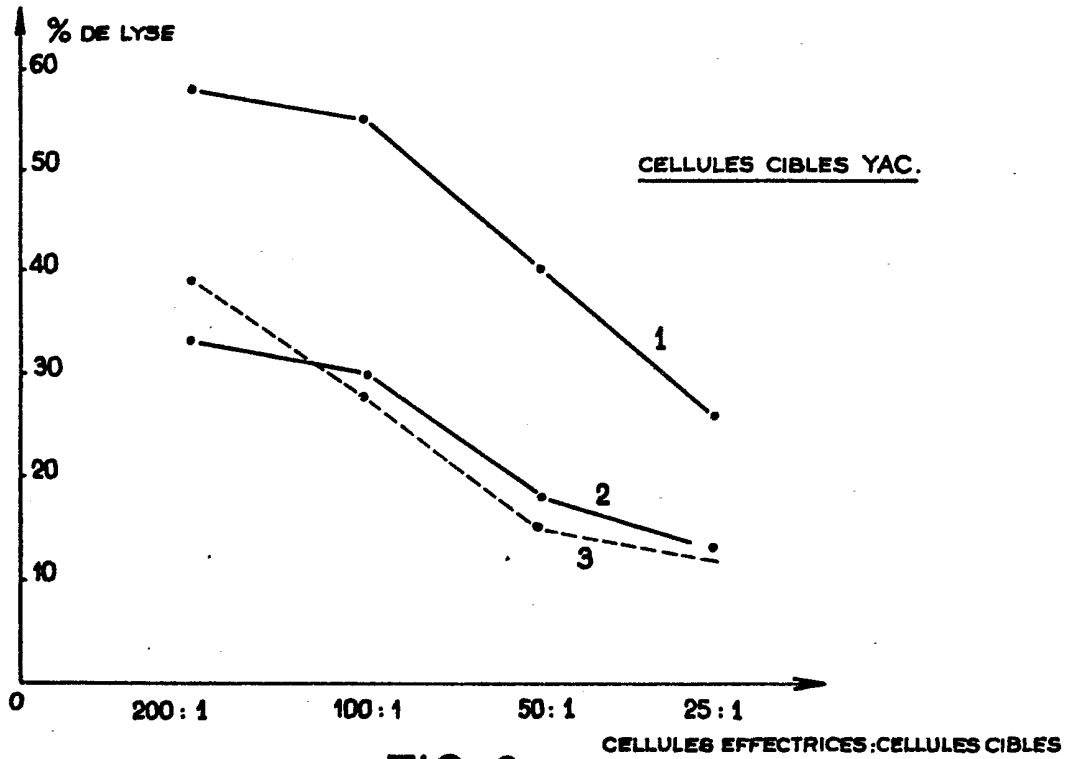


FIG. 3

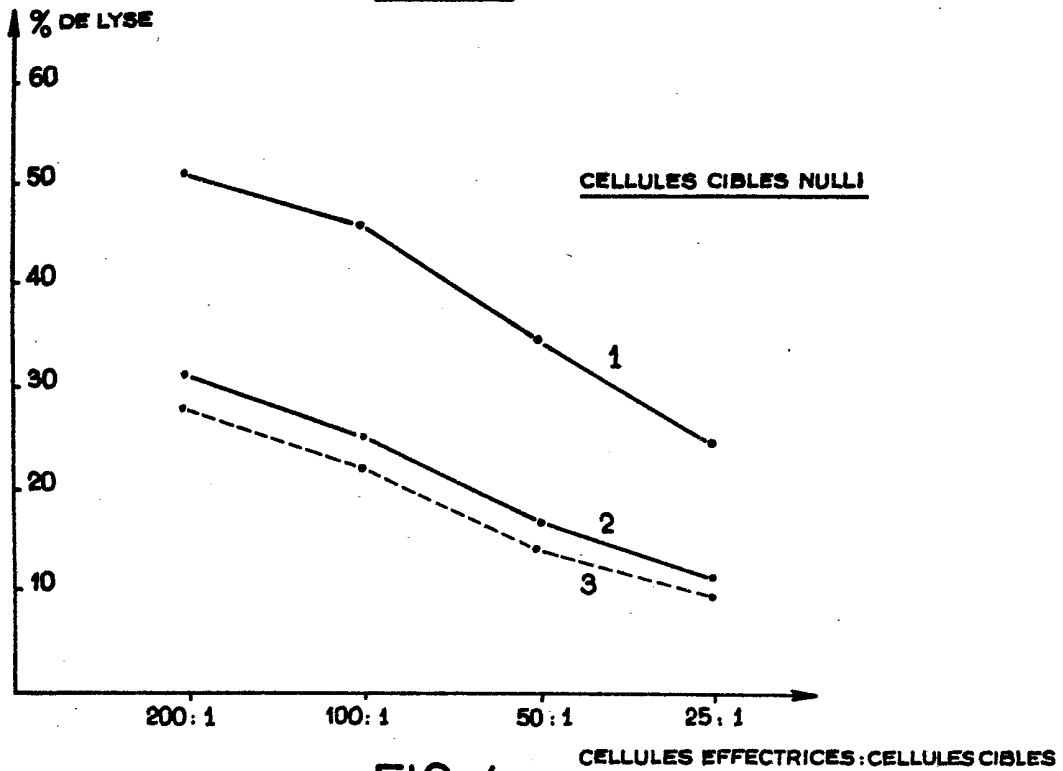


FIG. 4