

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

⑫

**N° 79 31442**

---

⑤4 Préparations immunostimulantes à base d'Arn ribosomaux et procédé de préparation des Arn.

⑤1 Classification internationale (Int. Cl. 3). A 61 K 45/05, 31/70; C 07 H 21/02.

⑫② Date de dépôt..... 21 décembre 1979.

③③ ③② ③① Priorité revendiquée :

④① Date de la mise à la disposition du  
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 26 du 26-6-1981.

---

⑦① Déposant : PIERRE FABRE SA, résidant en France.

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

⑦③ Titulaire : *Idem* ⑦①

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

La présente invention, réalisée au Centre d'Immunologie et de Biologie PIERRE FABRE, concerne des préparations immunostimulantes non spécifiques contenant des ARN ribosomiaux, ainsi que des procédés pour la préparation de ces ARN.

Le pouvoir vaccinant des ribosomes et des ARN est connu mais ne se développe qu'en présence d'adjuvants tels que les protéoglycanes membranaires ou les polysaccharides membranaires et, en outre, l'activité développée est essentiellement préventive.

Or, la Demanderesse a découvert que certains ARN étaient utilisables seuls pour le traitement d'affections dues à des déficits immunitaires tels que la lèpre et le cancer.

Ainsi, la Demanderesse a mis en évidence le pouvoir immunostimulant non spécifique très important des ARN ribosomiaux de :

- *Klebsiella pneumoniae*
- *Serratia marcescens*
- *Salmonella typhimurium*
- *Hemophilus influenzae*

C'est pourquoi la présente invention concerne des préparations immunostimulantes non spécifiques pour le traitement des immunodéficits tels que ceux rencontrés dans la lèpre et le cancer, caractérisées en ce qu'elles contiennent, à titre de principe actif seul, un ou plusieurs ARN ribosomiaux bactériens extraits des souches suivantes :

- *Klebsiella pneumoniae*
- *Serratia marcescens*
- *Salmonella typhimurium*
- *Hemophilus influenzae*.

Ces préparations immunostimulantes sont présentées, de préférence, sous forme injectable, les concentrations et la fréquence des injections étant, bien entendu, variables suivant l'affection à traiter ; mais, dans la majorité des cas, chaque dose contient de l'ordre de 10 µg à 50 µg d'ARN ribosomiaux dans un support acceptable en thérapeutique humaine.

La présente invention concerne, en outre, un procédé de préparation d'ARN propice à une production à grande échelle. En effet, les procédés jusqu'ici décrits pour la préparation des ARN ribosomiaux font toujours appel à une technologie complexe ne se prêtant pas du tout à une production industrielle dans des conditions satisfaisantes. Ainsi, dans le procédé mettant en oeuvre l'extraction au phénol des ARN, les phases d'extraction sont difficiles à séparer avec les dispositifs industriels existants.

Le procédé selon la présente invention est donc un procédé de préparation d'ARN ribosomiaux bactériens caractérisé en ce que :

a) on sépare les ribosomes des bactéries broyées,

b) on extrait l'ARN brut des ribosomes par mélange desdits ribosomes avec une solution aqueuse de dodécyle sulfate de sodium à chaud, et précipitation des ARN bruts, et

c) on traite l'ARN brut par au moins une enzyme protéolytique à chaud suivi d'une précipitation des ARN purifiés.

Dans un mode de réalisation préféré, ce procédé est caractérisé en ce que :

a) on sépare les ribosomes des bactéries  
broyées par centrifugation,

5 b) on extrait l'ARN brut des ribosomes par  
mélange desdits ribosomes avec une solution aqueuse  
de dodécyle sulfate de sodium à une concentration  
comprise entre 1 et 5 % à une température comprise  
entre 30 et 50°C, on précipite les ARN bruts en ajoutant  
au mélange de l'acétate de sodium et de l'éthanol et  
en recueillant le précipité d'ARN bruts,

10 c) on traite l'ARN brut par une enzyme  
protéolytique à une température comprise entre 20  
et 40°C, puis on précipite l'ARN purifié en ajoutant  
à la solution obtenue du bromure de cetyltriméthyl  
ammonium, on recueille le précipité d'ARN purifiés  
15 obtenu et on élimine le bromure de cetyltriméthyl  
ammonium dudit précipité.

Le traitement au dodécyle sulfate de sodium  
permet de libérer la majorité des protéines liées  
à l'ARN par des liaisons ioniques. Quant au traitement  
20 à l'aide d'enzymes protéolytiques, il permet  
d'éliminer par scission les protéines restant après  
le traitement précédent.

Dans un mode de mise en oeuvre préféré du  
procédé on utilise une solution de dodécyle sulfate  
de sodium (SDS) à 2,5 % à une température de +40°C  
25 pendant environ 30 minutes.

Après la précipitation des ARN bruts, il est  
intéressant de laver le culot d'ARN plusieurs fois  
avec de l'éthanol aqueux contenant de l'acétate de  
sodium avant de faire agir l'enzyme protéolytique.  
30

Parmi les enzymes protéolytiques utilisables  
il faut citer plus particulièrement la pronase et  
la trypsine.

Le mélange de protéolyse est traité par une solution contenant entre 2 et 10 % en volume de bromure de cétyltriméthyl-ammonium (CETAVLON), le précipité étant récupéré par centrifugation.

5 On peut récupérer l'ARN du précipité en lavant le culot par un excès d'éthanol aqueux contenant de l'acétate de sodium qui permet d'éliminer le CETAVLON.

10 Les procédés permettant de préparer les ribosomes à partir des bactéries broyées sont connus, voir par exemple le brevet français 75 10252 au nom de la Demanderesse.

15 De préférence, la suspension bactérienne est broyée puis le lysat bactérien est clarifié par centrifugation sous une accélération comprise entre 10 000 et 50 000 g pour obtenir un surnageant clair.

20 Le broyage peut être effectué à l'aide d'homogénéiseurs Manton Gaulin APV, munis de clapets spéciaux de désintégration, ou des disperseurs à micro-billes de verre de type Dyno-Mill ou équivalents.

20 Le surnageant est traité par de la DNase puis les ribosomes sont précipités à l'éthanol à basse température, de l'ordre de -10 à -30°C, le précipité peut être recueilli par centrifugation.

25 Afin d'obtenir un ARN très purifié les ARN purifiés sont repris dans un tampon Tris-HCl 0,05 M, pH 7,2, et chromatographiés sur une colonne de DEAE cellulose par un gradient de NaCl, on obtient ainsi des ARN très purifiés.

30 L'ARN purifié ou très purifié obtenu peut être stérilisé et conservé par congélation ou lyophilisation.

La présente invention porte évidemment sur les préparations immunostimulantes non spécifiques contenant des ARN obtenus par la mise en oeuvre du procédé précédent mais qui peuvent également être obtenus par d'autres procédés.

L'invention concerne également les ARN obtenus par le procédé précédent.

L'exemple suivant est destiné à illustrer un mode de mise en oeuvre du procédé selon la présente invention afin d'illustrer certaines caractéristiques de ce procédé mais ne la limite nullement.

#### EXEMPLE 1

Les cellules bactériennes de *Klebsiella pneumoniae* type 1 sont obtenues par un procédé classique de fermentation puis concentrées par centrifugation continue sur des séparateurs de types Sharples ou Westfalia. La biomasse est alors lavée par du sérum physiologique puis à nouveau concentrée par centrifugation continue. Le concentrat bactérien ainsi obtenu est soumis aux contrôles bactériologiques usuels et à une détermination du titre en extrait sec. Il est stocké congelé à basse température.

Le concentrat bactérien est mis en suspension dans une solution de  $MgCl_2$  0,01 M pH 7,0 à +4°C de façon à avoir 5 g d'extrait sec dans 100 ml de suspension.

La suspension bactérienne est soumise à un broyage dans un homogénéiseur Manton Gaulin APV destiné à rompre les parois cellulaires et à libérer le contenu cytoplasmique. Cette opération est effectuée en maintenant la température à moins de 10°C au moyen d'un échangeur thermique placé dans le circuit.

Le lysat bactérien est ensuite clarifié par centrifugation à 30 000 g pendant 45 minutes à basse température. Le résidu est éliminé et le surnageant clair recueilli.

5 Le surnageant est traité pendant une heure à 30°C sous agitation par de la DNase rigoureusement exempte de ribonucléase puis refroidi à +4°C.

10 Les ribosomes sont aussitôt précipités par addition de 0,7 volume d'éthanol à -20°C. Après un repos de 30 minutes à +4°C le précipité est recueilli par centrifugation et le surnageant éliminé.

15 Le culot de ribosomes brut est repris dans une solution à 2,5 % de SDS à +40°C et l'ARN est extrait pendant 30 minutes sous agitation rapide à cette température.

20 L'ARN est alors précipité par addition d'acétate de sodium, QSP 0,2 M, puis de 0,8 volume d'éthanol à -20°C. Après un repos de 30 minutes à +4°C le précipité est recueilli par centrifugation et le surnageant éliminé.

Le culot est lavé deux fois par un excès d'éthanol à 70 % contenant  $\text{CH}_3\text{COONa}$  0,1 M puis il est repris en solution concentrée dans du tampon Tris-HCl 0,05 M, pH 7,0.

25 Les protéines résiduelles pouvant encore subsister avec l'ARN sont éliminées par un traitement de une heure à 30°C par la pronase (ou la trypsine) puis en refroidissant à +4°C.

30 L'ARN est précipité de cette solution en ajoutant progressivement 0,5 volume d'une solution aqueuse à 5 % de CETAVLON (bromure de cétyl-triméthyl

ammonium) à +4°C. Après 5 minutes de repos, le précipité ARN-CETAVLON est recueilli par centrifugation et le surnageant éliminé.

5 Le culot est lavé trois fois par un excès d'éthanol à 70 % contenant  $\text{CH}_3\text{COONa}$  0,2 M pH 7,0 et par centrifugation. Ce qui a pour effet de transformer l'ARN en sel de sodium soluble et d'éliminer le CETAVLON.

10 Le culot d'ARN bien essoré est repris dans un tampon Tris-HCl 0,05 M pH 7,2 puis soumis à une purification par chromatographie sur colonne de DEAE cellulose. L'ARN retenu sur cette colonne est élué sous forme d'un pic d'ARN très purifié par un gradient de NaCl (0 à 0,5 M) dans le même tampon.

15 La fraction contenant l'ARN purifié est recueillie, dialysée contre de l'eau distillée puis stérilisée par filtration.

L'ARN ainsi obtenu peut être conservé congelé à basse température ou bien lyophilisé.

20 Méthodes analytiques utilisées pour le contrôle des préparations d'ARN

L'ARN est dosé par trois méthodes :

- 1) Dosage spectrophotométrique direct à 256 nm comparativement à une préparation commerciale étalon.
- 25 2) Dosage du phosphore, sachant que l'ARN ribosomal pur renferme 8,2 % de phosphore (Fiske et Subbarow, J. Biol. Chem. (1926), 66,375).
- 3) Chromatographie HPLC sur colonne échangeuse d'ions après hydrolyse pour le contrôle qualitatif et  
30 quantitatif de la composition en bases puriques et pyrimidiques et la recherche de la thymine caractéristique de l'ADN.

EXEMPLE 2

Cet exemple est destiné à mettre en évidence l'effet thérapeutique d'une préparation d'ARN ribosomal de *Klebsiella pneumoniae* préparée par le procédé de l'exemple 1.

Cette expérimentation est faite chez la souris C57 B1/6 sur des tumeurs de Lewis. Les animaux reçoivent trois fois par semaine 5, 10 ou 15 µg d'ARN ribosomal de *Klebsiella pneumoniae* type 1 parallèlement à une série témoins. Le début du traitement commence le jour de l'injection des cellules tumorales et il est poursuivi jusqu'au décès des animaux.

Les critères recueillis sont les suivants :

- 1) temps d'apparition de la tumeur,
- 2) survie,
- 3) poids, volume et surface de la tumeur,
- 4) poids du thymus et de la rate,
- 5) poids des poumons et nombre de métastases pulmonaires.

Les résultats sont rassemblés dans le tableau ci-après.

<u>Critère mesuré</u>	<u>7ème jour</u>	<u>14ème jour</u>	<u>21ème jour</u>	<u>28ème jour</u>
<u>Poids des tumeurs (g)</u>				
témoins	1,79	3,18	8,364	11,987
traités	1,71	2,139	4,485	7,368
<u>Volume des tumeurs (ml)</u>				
témoins	1,58	3,0	8,79	11,83
traités	1,723	2,196	3,93	6,01
<u>Surface des tumeurs (cm<sup>2</sup>)</u>				
témoins	32,4	110,33	164,33	765
traités	30,27	41,56	149	169
<u>Poids de la rate (g)</u>				
témoins	0,1333	0,1665	0,1903	0,1926
traités	0,1189	0,1206	0,1954	0,3456
<u>Poids du thymus (g)</u>				
témoins	0,0472	0,0339	0,0047	-
traités	0,0591	0,0442	0,0206	0,0110

REVENDEICATIONS

1) Préparation immunostimulante non spécifique pour le traitement des immunodéficits tels que ceux rencontrés dans la lèpre et le cancer, caractérisée en ce qu'elle contient à titre de principe actif seul un ou plusieurs ARN ribosomiaux bactériens extraits des souches suivantes :

- Klebsiella pneumoniae
- Serratia marcescens
- Salmonella typhimurium
- Hemophilus influenzae.

2) Préparation selon la revendication 1, sous forme injectable.

3) Préparation selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisée en ce que chaque dose de préparation contient de 10 à 50 µg d'ARN.

4) Procédé de préparation d'ARN ribosomiaux bactériens caractérisé en ce que :

a) on sépare les ribosomes des bactéries broyées,

b) on extrait l'ARN brut des ribosomes par mélange desdits ribosomes avec une solution aqueuse de dodécyle sulfate de sodium à chaud, et précipitation des ARN bruts, et

c) on traite l'ARN brut par au moins une enzyme protéolytique à chaud, suivi d'une précipitation des ARN purifiés.

5) Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que :

a) on sépare les ribosomes des bactéries broyées par centrifugation,

b) on extrait l'ARN brut des ribosomes par mélange desdits ribosomes avec une solution aqueuse de dodécyle sulfate de sodium à une concentration comprise entre 1 et 5 % à une température comprise entre 30 et 50°C, on précipite les ARN bruts en ajoutant

au mélange de l'acétate de sodium et de l'éthanol et en recueillant le précipité d'ARN brut,

5           c) on traite l'ARN brut par une enzyme protéolytique à une température comprise entre 20 et 40°C, puis on précipite l'ARN purifié en ajoutant à la solution obtenue du bromure de cetyltriméthyl ammonium, on recueille le précipité d'ARN purifiés obtenu et on élimine le bromure de cetyltriméthyl ammonium dudit précipité.

10           6) Procédé selon l'une des revendications 4 et 5, caractérisé en ce que les ARN purifiés sont repris dans un tampon Tris-HCl 0,05 M pH 7,2 et chromatographiés sur une colonne de DEAE cellulose par un gradient de NaCl, on obtient ainsi des ARN très purifiés.

15           7) ARN obtenu par la mise en oeuvre du procédé selon l'une des revendications 4 à 6.