

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

⑫

N° 80 20009

⑤④ Procédé et appareil pour la lutte électronique contre les infections.

⑤① Classification internationale (Int. Cl. ³). A 61 L 2/02.

⑫② Date de dépôt..... 17 septembre 1980.

③③ ③② ③① Priorité revendiquée : *EUA, 16 janvier 1980, n° 112.704.*

④① Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 29 du 17-7-1981.

⑦① Déposant : GREATBATCH Wilson, résidant aux EUA.

⑦② Invention de : Wilson Greatbatch.

⑦③ Titulaire : *Idem* ⑦①

⑦④ Mandataire : Cabinet Armengaud Jeune, Casanova, Akerman et Lepeudry,
23, bd de Strasbourg, 75010 Paris.

La présente invention concerne la lutte électronique contre les infections et plus particulièrement un procédé et un appareil nouveaux et améliorés pour tuer les bactéries des végétaux et des animaux et les viroïdes des végétaux.

5 Près d'un siècle d'expérience a montré l'efficacité de l'argent métallique et des sels d'argent contre les infections. Bolton en 1894 et Halstead en 1913 ont décrit l'emploi d'une pellicule d'argent sur des plaies récentes pour inhiber le développement de micro-organismes et il y a dix ou vingt ans,
10 l'Argyrol et le nitrate d'argent étaient des agents bactéricides courants.

 Les résultats n'ont jamais été spectaculaires et l'emploi clinique de l'argent comme médicament est tombé en désuétude. La très faible solubilité de l'argent et de beaucoup
15 de sels d'argent en solution aqueuse ne permet que d'obtenir de très faibles concentrations en ions Ag^+ . En 1974 Spadero a montré que cet ion très oxydant est un agent germicide efficace, il a démontré que l'on peut obtenir une concentration bien supérieure de cet ion lorsqu'on effectue la corrosion anodique de l'argent
20 métallique et il a signalé que l'on pouvait tuer un spectre étendu de bactéries des animaux avec un courant continu anodique ayant une valeur aussi faible que 400 nano-ampères.

 L'invention a pour objets :

- 25 un procédé et un appareil nouveaux et améliorés pour la lutte électronique contre les infections ;
- un procédé et un appareil électronique pour tuer les bactéries des végétaux ou des animaux et les viroïdes des végétaux ;
- 30 un procédé et un appareil pour tuer les bactéries des végétaux et des animaux et les viroïdes des végétaux par des ions argent produits électriquement ;
- un procédé et un appareil pour tuer les bactéries des végétaux et les viroïdes des végétaux sans endommager le végétal hôte ; et
- 35 un procédé et un appareil pour tuer les bactéries des animaux avec un courant inférieur à celui utilisé à ce jour.

L'invention concerne un procédé et un appareil pour tuer les bactéries des végétaux et des animaux et les viroïdes des végétaux par des ions argent produits électriquement. Les ions argent servent d'agents germicides dans la lutte contre les infections et sont produits par la corrosion électrique anodique très lente d'un fil d'argent placé au voisinage proche du site d'infection. Plus particulièrement, on place une anode d'argent et une cathode faite d'un métal résistant à la corrosion dans un milieu nutritif électrolytique, l'anode d'argent étant à moins d'environ 5 mm du site d'infection et on applique une tension continue à l'anode et à la cathode de façon à faire passer un courant positif de l'ordre du micro-ampère dans l'anode d'argent pour qu'elle se corrode légèrement et libère des ions argent qui produisent un environnement germicide autour du site d'infection.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront de la description détaillée qui suit faite en regard de la figure unique annexée qui est un schéma illustrant l'appareil pour la mise en pratique du procédé de l'invention.

Le procédé et l'appareil de l'invention utilisent des ions argent produits électriquement pour tuer les bactéries des végétaux et des animaux et les viroïdes des végétaux. Un des domaines d'application de l'invention est la lutte électronique contre les infections des végétaux pour produire des clones végétaux sans maladie.

La reproduction normale des végétaux à partir des graines peut ou non produire des descendants identiques aux parents. Egalement un matériel parent infecté peut transmettre l'infection à la descendance par l'intermédiaire des graines.

Ces dernières années un nouveau procédé de reproduction appelé clonage a réduit certains de ces problèmes. On stérilise dans de l'eau de Javel un morceau microscopique de feuille ou de racine que l'on place ensuite dans un milieu chaud très nutritif. Dans ces conditions, les cellules ne se développent pas en racines et en feuilles selon le schéma normal. Au contraire, les cellules de l'échantillon se divisent en une plaque d'amas, qui contiennent chacun le code génétique

d'ADN de son parent. A un certain moment, on peut exciser un
amas et le laisser former des racines et des feuilles normales.
Chaque végétal obtenu est identique au parent d'origine. Donc
le clonage constitue un nouveau procédé pour produire un grand
5 nombre de plants sains identiques à partir d'un échantillon
unique.

Cependant, parfois, une infection bactérienne
peut résister à la solution d'eau de Javel et être introduite
dans le milieu de culture. La descendance est alors infectée.
10 Un procédé et un appareil de lutte électronique contre les
infections des végétaux sont donc très souhaitables.

Comme le montre la figure annexée, l'appareil de
l'invention est constitué d'un récipient qui dans ce cas est
un tube à essai en Pyrex 10 ayant une ouverture 12 à une extré-
15 -mité destiné à contenir une certaine quantité de liquide 14
qui est un milieu nutritif électrolytique. L'appareil comporte
de plus une anode 18 faite d'argent pur ou d'un alliage dont
on peut libérer de l'argent par voie anodique, située dans le
milieu 14 et très proche du site d'infection. L'anode 18 est
20 de préférence sous forme d'un fil mince d'argent avec un élément
20 tel qu'une petite boucle à son extrémité pour maintenir le
clone végétal dans le milieu 14 comme décrit ci-après. Dans
l'appareil illustré, un tube ou manchon de protection 22 qui
traverse une ouverture ménagée dans la paroi du récipient 10
25 contient ou entoure partiellement le fil anodique 18. L'union
entre le tube 22 et la paroi du récipient comporte un joint
approprié 24. Le tube 22 s'étend sur la majeure partie de la
longueur du fil 18 dans le récipient 10 et s'arrête peu avant
la boucle 20. Le tube 22 se prolonge également sur une portion
30 importante du fil 18 à l'extérieur du récipient 10.

L'appareil de l'invention comporte de plus une
cathode 28 faite d'un métal résistant à la corrosion, placée
dans le milieu 14 et espacée du site d'infection. La cathode
28 peut elle aussi être en argent. L'argent résiste à la
35 corrosion lorsqu'il est protégé par un traitement cathodique.
Le platine constitue également un métal cathodique satisfaisant.
La cathode 28 est de préférence sous forme d'un fil mince qui,

dans l'appareil illustré pénètre dans le milieu 14 sur une distance considérable et s'arrête sous forme d'un élément 30 tel qu'une boucle ayant une taille nettement supérieure à celle de la boucle anodique. Dans l'appareil illustré, une partie de la longueur du fil cathodique 28 à l'extérieur du récipient 10 est entourée d'un tube ou manchon de protection 34. Une extrémité du tube 34 s'arrête à la paroi du tube à essai 10 au niveau d'une ouverture à travers laquelle passe le fil cathodique 28. L'union entre l'extrémité du tube 34 et la paroi du récipient est munie d'un joint approprié 36.

L'appareil de l'invention comporte de plus un dispositif pour appliquer à l'anode 18 un courant électrique positif de l'ordre du micro-ampère. Il consiste en une source de tension continue sous forme d'une batterie 40 ayant une borne négative 42 et une borne positive 44. La borne négative 42 est directement raccordée à la cathode 28. La borne positive 44 est raccordée par l'intermédiaire d'une résistance de limitation du courant 46 à l'anode 18. Dans un exemple d'un tel appareil, la source 40 est une batterie de 6 volts et la résistance 46 a une valeur de 2,7 mégohms. On peut remplacer la résistance 46 par un circuit électronique à courant constant constitué de la combinaison d'un transistor à effet de champ et d'une résistance fixe. La source du transistor est raccordée à la borne 44 de la batterie et l'anode 18 est raccordée à la grille du transistor et par l'intermédiaire de la résistance fixe au drain du transistor.

Lors du fonctionnement, les électrodes 18 et 28 sont mises sous tension dans le milieu de culture des végétaux 14. En particulier le liquide 14 peut être constitué d'un milieu gélosé et l'anode 18 est placée à moins d'environ 5,0 mm du clone végétal. Lorsque le courant positif de l'ordre du micro-ampère traverse l'anode d'argent 18, il provoque une légère corrosion de l'anode qui libère des ions argent. Ces ions argent créent un environnement germicide autour du clone qui tue toutes les bactéries présentes et empêche la reproduction de nouvelles bactéries. Après plusieurs heures ou plusieurs jours de ce traitement, le clone est sans maladie et produit une

descendance normale sans maladie même si le végétal parent était infecté.

Le procédé et l'appareil de l'invention sont illustrés par les exemples non limitatifs suivants.

5

Exemple I

On prépare trois appareils identiques semblables à la description précédente et à la figure annexée. Pour percer les trous dans les tubes à essai en Pyrex, on utilise un chalumeau au butane. On place des fils d'argent dans les trous de chacun des tubes et on les entoure de tube ou manchon de protection en caoutchouc de silicone. On scelle les tubes de protection au verre des tubes à essai avec de l'adhésif médical Dow Corning type "A". Les fils d'argent constituant les cathodes de chaque appareil ont un diamètre de 0,50 mm et forment une boucle unique au fond de chaque tube à essai. Les fils d'argent constituant les anodes de chaque appareil ont un diamètre de 0,25 mm et ils se terminent par une petite boucle au centre de chaque tube à essai. La tension de la batterie est de 6,0 volts et la valeur de la résistance de 2,7 mégohms.

20

On stérilise chaque appareil par autoclavage à la vapeur puis on introduit dans chaque tube à essai une quantité de milieu nutritif suffisante pour recouvrir la boucle anodique. Le milieu nutritif est le milieu A pour multiplication des pousses de Murashiga fourni par Grand Island Biological Co. sous le numéro 500-119. On place sur la boucle anodique un échantillon microscopique de *Ficus elastica* (caoutchouc) infecté par des bactéries Gram-négatives. Le courant électrique continu dans la boucle anodique a une valeur d'environ 2 micro-ampères.

25

Lors de préparations précédentes sans l'excitation électronique, on a constaté le développement en une nuit de colonies bactériennes autour du clone. Les trois échantillons sous excitation électronique ne présentent pas de trouble bactérien. Leur croissance se poursuit et ils produisent des végétaux sans maladie. On voit donc que le procédé et l'appareil de l'invention permettent d'obtenir au laboratoire des descendants sans maladie à partir d'un matériel végétal infecté.

30

35

Exemple II

On reprend le mode opératoire de l'exemple I avec 1 mm² de tissu foliaire prélevé sur un Ficus elastica (caoutchouc) connu pour être infecté par une bactérie inconnue.

- 5 Toutes les tentatives précédentes d'obtenir un clone non infecté à partir de ce parent ont échoué. On place le clone dans la solution nutritive sur la boucle du fil anodique en argent pur. Pendant 24 heures, on alimente l'anode avec un courant positif d'environ 1 micro-ampère. On répète l'essai avec des courants
- 10 de 0,1 à 10 micro-ampères. Au cours de dix essais, on obtient des clones non infectés à partir du parent infecté. On n'observe pas de différences appréciables pour les différentes intensités du courant.

Exemple III

- 15 On introduit dans une solution nutritive gélosée à 37°C sept échantillons de Ficus elastica (caoutchouc) provenant d'un parent connu pour être infecté. Plus particulièrement un groupe A est constitué de trois clones végétaux dans des tubes à essai munis de fils d'argent neufs alimentés en électricité
- 20 comme décrit dans l'exemple I. Un groupe B est constitué de deux clones végétaux dans des tubes à essai équipés comme dans l'exemple I mais avec des fils anciens, c'est-à-dire non alimentés lors de l'expérience mais alimentés peu de temps avant. Un groupe C est constitué de deux clones végétaux dans des tubes
- 25 à essai sans électrode et ils constituent donc un groupe témoin. On applique un courant électrique au groupe A, selon le mode opératoire de l'exemple I pendant 92,5 heures. Lorsqu'on arrête le courant électrique, le groupe témoin présente une contamination et les deux groupes A et B sont limpides. Sept jours après
- 30 l'arrêt du courant électrique, les trois groupes présentent une contamination. Donc la présence d'électrodes alimentées en électricité ou précédemment alimentées en électricité retarde considérablement l'apparition des bactéries par rapport au groupe témoin.

35

Exemple IV

On cultive sur gélose dans une boîte de Pétri munie de cinq fils anodiques d'argent et d'un seul fil cathodique

d'argent des bactéries de *Ficus elastica* constituées de bâtonnets Gram-négatifs de type inconnu. Les résultats sont regroupés dans le tableau ci-après :

Tableau

5	Numéro des électrodes	Courant anodique mesuré à 25°C	Résultats	Couleur de l'anode
	1	2,479 μ A	zone clarifiée 22 mm x 10 mm	noire
10	2	0,734 μ A	zone clarifiée 15 mm x 10 mm	noire
	3	0,732 μ A	zone clarifiée 17 mm x 10 mm	noire
	4	0	pas de zone clarifiée	brillante
	5	0	pas de zone clarifiée	brillante

15 Comme indiqué les courants sont exprimés en micro-ampères. La clarification des zones indique la mort des bactéries et l'absence de clarification indique que les bactéries n'ont pas été tuées. L'effet germicide sur ces bactéries inconnues des végétaux est donc confirmé.

20 Exemple V

On répète le mode opératoire de l'exemple IV avec des bactéries provenant de plants infectés de framboisiers. Il s'agit de diplocoques Gram-négatifs de type inconnu. Les résultats sont les mêmes que dans l'exemple IV. Les trois électrodes alimentées tuent les bactéries et l'effet résiduel des électrodes non alimentées en courant mais précédemment utilisées tue également les bactéries. Les électrodes neuves non alimentées en courant, c'est-à-dire les électrodes numéros 4 et 5, ne produisent pas de zone clarifiée et par conséquent ne tuent pas les bactéries.

30 Les résultats précédents montrent que le procédé et l'appareil de l'invention exercent un effet germicide sur les bactéries des végétaux au moyen d'anodes d'argent alimentées en électricité et montrent également que des électrodes récemment alimentées en électricité ont également un effet germicide résiduel. Dans les deux cas, le végétal hôte ne présente pas de lésion apparente.

Dans un domaine voisin, l'invention concerne la prévention ou la réduction au minimum d'une infection généralisée du végétal parent. On peut pour cela utiliser des échantillons microscopiques pour effectuer une injection uniforme d'ions argent dans les cellules du végétal parent, par emploi d'une stimulation électrique plus prolongée pour tenter d'injecter les ions argent jusqu'aux capillaires du végétal et par élimination de toute excroissance éventuelle pour exciser la matière infectée et ne laisser qu'une structure stérile. Comme de petits échantillons ont une probabilité de survie bien moindre, il peut exister une taille optimale des échantillons présentant le meilleur équilibre de la probabilité de survivre et de la probabilité d'éviter l'infection.

Un autre domaine d'application du procédé et de l'appareil de l'invention est la lutte contre les agents pathogènes non bactériens tels que les cellules tumorales et les virus infectieux contre lesquels il est difficile de lutter avec des antibiotiques ou des techniques classiques de stérilisation et sans provoquer la mort du végétal hôte. Il existe en particulier des agents pathogènes de nature virale appelés viroïdes qui sont constitués de structures en ARN sans enveloppe protéique. Un viroïde a une taille qui n'est que le centième de celle d'un virus et comme il est constitué d'une structure en ARN sans l'enveloppe protéique caractéristique d'un virus, il résiste aux anticorps et peut supporter l'eau bouillante pendant environ 12 minutes sans être endommagé. Il semble également capable de résister à des températures très basses. Un viroïde a une durée d'incubation très longue d'environ six mois à plusieurs années. Six maladies des végétaux ont été attribuées aux viroïdes qui représentent un réel danger pour l'industrie californienne des agrumes et qui attaquent également certains végétaux cultivés des Etats-Unis d'Amérique. On soupçonne actuellement un viroïde d'être responsable d'une maladie animale, la tremblante du mouton.

Dans l'exemple suivant on utilise le procédé et l'appareil de l'invention précédemment décrits et illustrés par la figure pour tuer un viroïde pathogène.

Exemple VI

Dans un appareil conçu comme celui illustré par la figure, on introduit un clone d'un chrysanthème connu pour être infecté par un viroïde (mosaïque du chrysanthème) dans un milieu de culture des pousses de Murashiga modifié (GIBCO n° 500-1124) préalablement placé dans un récipient 10, le clone reposant sur la boucle anodique 20 faite d'un fil d'argent pur. Au lieu d'une simple boucle comme représenté par la figure, la cathode est constituée d'une spirale en argent pur de grande surface. Pendant les deux semaines de croissance du clone, on fait passer un courant d'environ 1 micro-ampère à travers l'anode d'argent. Le végétal se développe bien et forme des feuilles et des racines. Après deux semaines, on broie le clone, on l'introduit dans un gel et on le soumet à une électrophorèse sur gel. On n'observe pas de bande de viroïde, ce qui suggère que la présence d'ions argent dans l'environnement a tué le viroïde pathogène. Ceci constitue un résultat préliminaire que des expériences répétées devront confirmer.

La destruction électrique d'un viroïde qui vient d'être décrite peut avoir une importance clinique considérable dans le cas de viroïdes associés aux maladies humaines. Même si on se limite aux techniques de reproduction des végétaux, le procédé et l'appareil de l'invention qui permettent d'obtenir un clone non infecté à partir d'un parent infecté par un viroïde ont une importance économique considérable.

Un autre domaine d'application du procédé et de l'appareil de l'invention est la destruction électrique de bactéries des animaux par des ions argent produits par voie anodique avec des courants d'intensité très faible par exemple un courant continu de 25 nano-ampères. Cette application est illustrée par l'exemple suivant.

Exemple VII

On perce six à huit trous dans les parois latérales de boîtes de Pétri en verre avec un laser à CO₂ ou un micro-chalumeau au butane. On place dans chaque trou un fil anodique d'argent pur isolé par une gaine de silicone et on scelle en place avec un ciment de silicone tel que l'adhésif médical

"A" de Dow Corning. Les fils ont un diamètre de 0,25 mm. Deux centimètres de chaque fil dépassent de la gaine de silicone. Une spirale centrale à grande surface faite d'un fil d'argent pur de 0,50 mm de diamètre, long d'environ 10 cm, sert de cathode commune. Chaque fil anodique est raccordé par l'intermédiaire d'une résistance de limitation du courant, à la borne positive d'une batterie de 6 volts. On obtient ainsi une intensité de courant différente pour chaque anode. Une ou deux anodes demeurent toujours non connectées, c'est-à-dire avec une intensité de courant nulle, comme témoins.

On stérilise les boîtes à l'autoclave puis on les remplit sur une hauteur d'environ 5 mm avec une préparation gélosée stérile. On introduit ensuite une culture de bactéries d'origine animale, qu'on laisse se développer pendant 24 heures à 37°C pour obtenir un voile semi-opaque de colonies bactériennes. Dans certains essais, on utilise des fils propres neufs et on raccorde la batterie après achèvement de la croissance des bactéries. Dans d'autres cas, on raccorde la batterie immédiatement après avoirensemencé le milieu. Dans d'autres cas, on enlève le milieu contenu dans les boîtes utilisées, on lave, on autoclave et on remplit avec du milieu neuf. Dans certains cas, on mesure l'intensité du courant avec un micro-ampèremètre digital et dans d'autres on la calcule à partir des valeurs de la tension et de la résistance en tenant compte d'une certaine perte de tension par polarisation à l'interface métal/milieu.

Les résultats sont les suivants : avec des fils neufs, des zones clarifiées (bactéries tuées) apparaissent en 24 heures sur une distance de 5 mm autour de chaque anode alimentée. Aucune clarification n'apparaît autour de la cathode et aucune clarification n'apparaît autour des anodes neuves non alimentées. Une clarification résiduelle apparaît autour des anodes précédemment alimentées que l'on replace dans un nouveau milieu. On observe une certaine clarification pour des intensités de courant aussi faibles que 25 nano-ampères. La clarification s'accroît avec l'intensité du courant. Au-dessus de 100 nano-ampères, l'accroissement de la taille des zones clarifiées est faible. Pour 1 000 nano-ampères, l'accroissement de la zone

clarifiée n'est que d'environ 10 % par rapport à la valeur observée à 100 nano-ampères. Lorsqu'on alimente les anodes immédiatement après l'ensemencement, il demeure des zones claires sur une distance de 5 mm autour d'elles.

5 A partir de ces résultats, on conclut que l'action bactéricide attribuable aux ions Ag^+ est limitée aux anodes alimentées en électricité et qu'il existe un effet chimique plutôt qu'un effet de champ électrique. L'action bactéricide est plus ou moins linéaire jusqu'à 100 nano-ampères (avec les
10 électrodes de 0,25 mm de diamètre et 2 cm de longueur) mais pratiquement indépendante du courant pour les valeurs plus élevées. On observe un certain effet bactéricide à des intensités du courant aussi faibles que 25 nano-ampères. Donc le procédé et l'appareil de l'invention sont utiles pour la destruction
15 électrique des bactéries des animaux avec des ions argent produits par phénomène anodique avec des intensités de courant aussi faibles que 25 nano-ampères.

 Les ions argent produits électriquement que l'on utilise dans le procédé et l'appareil de l'invention sont bien
20 plus efficaces comme agents germicides que la simple addition de sels d'argent. Par exemple le chlorure d'argent n'est que faiblement soluble et une solution de chlorure d'argent ne contient pas une quantité très importante d'ions Ag^+ . Au contraire la corrosion électrolytique de l'argent produit des quantités
25 importantes d'ions Ag^+ qui sont des oxydants puissants. Bien que cette concentration élevée rejoigne par la suite la valeur normale en solution, l'effet bactéricide s'achève auparavant.

 On voit donc que l'invention permet d'atteindre les objectifs visés. Des ions argent produits par voie anodique
30 provoquent la destruction électrique des bactéries des végétaux sans endommager le végétal hôte. Les ions argent produits par voie anodique provoquent la destruction électrique des viroïdes d'un végétal sans apparemment endommager le végétal hôte. Les ions argent produits par voie anodique provoquent une destruction
35 électrique des bactéries des animaux avec des intensités de courant aussi faibles que 25 nano-ampères. Bien que l'invention ait été décrite en ce qui concerne la destruction des bactéries

des végétaux et des animaux et des viroïdes des végétaux, il semble qu'elle soit également susceptible de s'appliquer aux virus des végétaux et des animaux ainsi qu'aux tumeurs des animaux et aux affections malignes autres que les tumeurs solides
5 telles que les tumeurs ascitiques et les leucémies.

Bien entendu diverses modifications peuvent être apportées par l'homme de l'art aux dispositifs ou procédés qui viennent d'être décrits uniquement à titre d'exemples non limitatifs sans sortir du cadre de l'invention.

REVENDECATIONS

1.-Procédé pour tuer les bactéries des végétaux et les viroïdes des végétaux afin de lutter contre les infections des végétaux, caractérisé en ce qu'il consiste à :

- 5 a) placer une certaine quantité de tissu végétal dans un milieu nutritif électrolytique (14) ; et
b) traiter ce tissu végétal avec des ions argent produits par voie anodique dans ce milieu.

2.-Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le stade de traitement consiste à placer une anode
10 d'argent (18) dans le milieu (14) au voisinage proche du tissu végétal et à faire passer un courant électrique positif à travers l'anode de façon à ce qu'elle se corrode légèrement et libère des ions argent créant un environnement germicide du site d'infection du tissu végétal.

15 3.- Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que l'intensité du courant électrique est de l'ordre du micro-ampère ou du nano-ampère.

4.- Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le stade de traitement consiste à placer dans le
20 milieu (14) au voisinage proche du tissu végétal, un élément d'argent que l'on a préalablement et récemment soumis à une stimulation électrique afin que cet élément libère dans le milieu des ions argent créant un environnement germicide du site d'infection du tissu végétal.

25 5.- Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le tissu végétal est un clone végétal à partir duquel on prépare une descendance végétale sans maladie.

6.- Appareil pour lutter contre les infection d'origine végétale ou animale, caractérisé en ce qu'il est constitué de
30

- a) un récipient (10) pour contenir une certaine quantité d'un milieu nutritif électrolytique (14) ;
b) une anode d'argent (18) présente dans le milieu et adjacente à un site d'infection d'origine végétale ou animale ;
35 c) une cathode (28) en métal résistant à la corrosion présente dans le milieu ; et
d) un dispositif raccordé à l'anode et à la cathode pour fournir un courant électrique positif traversant l'anode.

pour la corroder lentement et libérer des ions argent créant un environnement germicide du site d'infection.

5 7.- Appareil selon la revendication 6, caractérisé en ce que le dispositif produisant un courant comporte un dispositif pour limiter le courant dans l'anode à une valeur de l'ordre du micro-ampère ou du nano-ampère.

10 8.- Appareil selon la revendication 6, caractérisé en ce que le dispositif produisant un courant est constitué d'une batterie (40) ayant une borne positive (44) et une borne négative (42), la borne négative (42) étant raccordée directement à la cathode (28) et la borne positive (44) étant raccordée à l'anode (18) par l'intermédiaire d'une résistance de limitation du courant (46).

15 9.- Appareil selon la revendication 6, caractérisé en ce que le dispositif produisant un courant est constitué d'une batterie ayant une borne positive et une borne négative, la borne négative étant raccordée directement à la cathode et la borne positive étant raccordée à l'anode par l'intermédiaire d'un circuit électronique à courant
20 constant.

10.- Appareil selon la revendication 6, caractérisé en ce que l'anode (18) est sous forme d'un fil mince.

11.- Appareil selon la revendication 6, caractérisé en ce que le fil anodique (18) comporte à son extrémité un élément (20) pour retenir une certaine quantité de tissu
25 végétal ou animal.

12.- Appareil selon la revendication 6, caractérisé en ce que l'anode et la cathode sont toutes deux constituées d'un fil métallique, la section transversale du fil anodique étant inférieure à la section transversale du fil cathodique.

30 13.- Procédé pour tuer les bactéries d'origine animale pour lutter contre les infections, caractérisé en ce qu'il consiste à :

- a) placer une certaine quantité de bactéries d'origine animale dans un milieu nutritif électrolytique (14) ; et
- 35 b) traiter ces bactéries avec des ions argent produits par voie anodique dans le milieu, ces ions argent étant produits par passage à travers une anode d'argent d'un courant électrique positif.

