
Épreuve d'un candidat

La présente invention se rapporte à des fibres de verre et à des produits formés à partir desdites fibres.

La présente invention se rapporte en outre à l'utilisation des produits susmentionnés pour aider au renouvellement du tissu osseux.

Le renouvellement du tissu osseux revêt une grande importance en chirurgie orthopédique. *Cette formation de nouveau tissu osseux est aussi appelée ossification.*

Il est bien connu que l'acier inoxydable, le titane et l'alumine sont utilisés pour les prothèses ou pour fixer des prothèses à l'os. Ces matériaux ne se lient pas à l'os et sont donc facteurs d'infections. Ces matériaux sont également connus comme étant des matériaux bio-inertes. Au contraire, les verres bioactifs sont non seulement capables de réaliser le contact avec l'os mais également de s'y lier solidement. Plusieurs types de verres bioactifs sont connus, tous basés sur des matériaux inorganiques contenant du calcium et des phosphates.

Par exemple, le document D1 décrit des verres bioactifs, notamment utilisés pour le revêtement des prothèses osseuses ou des implants dentaires. Les prothèses ou implants revêtus de verre bioactifs sont beaucoup moins rejetés par l'organisme. D1 décrit également la formation d'une pâte comportant une poudre de verre bioactif, ladite pâte pouvant être utilisée dans le traitement des os.

Selon D1, la plupart des compositions de verre utilisées dans le traitement des os se situe dans les plages suivantes :

<i>Composant</i>	<i>Teneur (en poids)</i>
<i>SiO₂</i>	<i>40-55%</i>
<i>P₂O₅</i>	<i>4-8%</i>
<i>CaO et/ou MgO</i>	<i>10-40%</i>
<i>Na₂O</i>	<i>jusqu'à 30%</i>

Cependant, les compositions connues présentent les inconvénients listés ci-dessous :

Lors de la formation d'os à l'intérieur de l'organisme, il est souhaitable que l'implant prothétique en verre se dégrade jusqu'à disparaître complètement au fur et à mesure que l'os se reconstitue. La seule façon d'utiliser les verres connus pour fabriquer des implants prothétiques est de les réduire en poudre. Ces poudres sont ensuite transformées en une pâte à l'aide d'un liant, puis appliquées à l'endroit où la croissance

osseuse est nécessaire. Les particules de poudre sont loin d'être de dimension uniforme et sont en partie trop grosses. Habituellement, les grosses particules ne sont pas complètement absorbées par la structure osseuse. En outre, ces particules sont de formes irrégulières, avec des dimensions allant de quelques micromètres à plusieurs centaines de micromètres. En raison de l'absence d'uniformité dans la taille des particules, la plupart des particules les plus petites sont absorbées complètement pendant la reconstitution osseuse, tandis que les particules les plus grosses ne sont ni absorbées, ni dégradées et génèrent des inclusions en verre indésirables dans l'os reconstitué, lequel présentera donc une structure discontinue.

De surcroît, l'arrangement aléatoire des particules de taille différente favorise la croissance des fibres osseuses selon un arrangement lui aussi aléatoire, alors que, pour la solidité mécanique de l'os, il est bien plus préférable que les fibres se reconstituent selon un arrangement régulier. L'os obtenu au moyen de ces verres bioactifs est donc irrégulier dans sa structure, et il n'est pas aussi solide qu'on pourrait attendre.

Dans certaines applications, l'utilisation d'une poudre dans un implant prosthétique est même dangereuse puisque d'une part, le sang peut former un mélange avec la poudre, ce mélange entravant la croissance osseuse et d'autre part les particules de poudre peuvent être entraînées dans la circulation sanguine et former des thromboses.

On a également préparé des fibres de verre à partir de ces compositions mais ces fibres sont très difficiles à fabriquer et ne sont pas très bien absorbées.

Il existe donc un besoin relatif à des compositions de verre permettant la formation d'une poudre dont les particules sont de taille uniforme et de forme régulière. Il existe également un besoin relatif à des compositions de verre pouvant être utilisées dans le traitement des os sous une forme différente d'une poudre.

La présente invention résout ces problèmes techniques. En effet, l'invention se rapporte à *une composition de verre pouvant facilement être filée en des fibres de faible diamètre. Ces fibres ont aussi une taille très régulière. Leur utilisation offre plusieurs avantages. Elles peuvent être utilisées sous forme de faisceaux ou sous d'autres formes, dans lesquelles elles sont disposées dans une direction donnée. Même lorsqu'elles sont découpées en particules plus petites, elles ont l'avantage de donner des particules plus régulières du point de vue de la forme et des dimensions.*

Un objet de la présente invention est donc des fibres de verre formées à partir d'une composition telle que déterminée à la revendication 1.

Une telle composition de verre est notamment divulguée par le document D2. Cependant, D2 ne divulgue pas de fibres de verre formées à partir d'une telle composition, ni aucune application possible pour une telle composition.

Les compositions telles qu'indiquées à la revendication 1 permettent d'empêcher la cristallisation des fibres filées tout en préservant leur affinité avec les tissus osseux.

Selon une forme préférentielle de l'invention, les fibres sont selon l'une des revendications 2 à 4.

En particulier, la composition peut être mise sous forme de fibres de diamètres de l'ordre de 10 à 50 μm . A partir de ces fibres, il est possible de préparer différents produits tels que des faisceaux de fibres, des gazes et des filets. De plus, on peut aussi obtenir des poudres en découpant les fibres en des longueurs d'au plus 100 μm . Il n'est pas techniquement possible de découper des fibres en des longueurs de moins de 10 μm .

L'invention se rapporte en outre à des implants osseux ou des bandages selon la revendication 6 ou la revendication 8.

Par exemple, un faisceau de fibres tels que décrit ci-dessus peut être utilisé comme implant par insertion dans une déficience osseuse, les filaments étant orientés dans la direction dans laquelle le tissu osseux est censé croître. En procédant ainsi, la solidité mécanique de l'os est beaucoup plus élevée que dans l'art antérieur.

Le faible diamètre des filaments ou fibres de moins de 50 μm est essentiel pour garantir qu'ils seront complètement absorbés. Cela signifie qu'ils sont complètement remplacés par du tissu osseux.

Les tissus, notamment les filets et les gazes, fabriqués à partir des fibres de verre de l'invention se comportent de la même façon que les faisceaux de fibres pour ce qui est de l'absorption mais permettent la croissance de l'os dans plusieurs directions préférentielles. Ainsi, un filet ou une gaze peut faire en sorte que le tissu osseux forme un réseau semblable à celui du tissu osseux d'origine.

Filets et gazes peuvent être utilisés sous forme de bandages pour maintenir la zone de l'os ayant subi une fracture.

L'invention a également pour objet un produit particulière selon l'une des revendications 9 à 11, ainsi qu'un implant osseux selon la revendication 12.

En effet, un produit particulière obtenu en découpant des fibres et, éventuellement, mis sous forme de pâte à l'aide d'un liant peut être implanté en utilisant des techniques connues. Etant donné que la poudre est constituée de particules de taille uniforme, elle se dégrade et est complètement remplacée par du tissu osseux au bout d'un certain temps. Un liant approprié est constitué par une solution de dextrane dans l'eau. La pâte est obtenue par addition de verre bioactif à cette solution de dextrane dans l'eau. Le dextrane doit avoir un poids moléculaire moyen de 10 000 à 100 000 Daltons. Le dextrane doit être à une concentration de 0,5 g/ml d'eau à 2,0 g/ml d'eau. À 1 g d'une

telle solution, on ajoute environ 1 g de verre bioactif, mais ceci peut varier légèrement en fonction de l'utilisation. Du verre bioactif peut être ajouté en quantités de 0,5 à 1,5 g par gramme de solution de dextrane. Le dextrane, un polysaccharide ramifié, est très approprié pour un usage à l'intérieur du corps puisque le corps peut l'absorber en quelques jours.

Naturellement, comme il a déjà été signalé en rapport avec l'art antérieur, cette utilisation est uniquement justifiée quand il n'y a pas de risque de thrombose, c'est-à-dire de risque de coagulation sanguine et/ou d'entraînement des particules de poudre par le sang.

Selon un autre aspect de l'invention, une poudre obtenue à partir de la composition de verre selon l'invention est destinée à être mise en oeuvre comme revêtement sur une prothèse permanente. Un tel revêtement peut par exemple être appliqué à l'aide d'une torche à plasma. Par exemple, une prothèse de la hanche en titane est revêtue de la composition de verre. La prothèse est bien mieux acceptée par l'os qui l'entoure, car, au bout du compte, le revêtement en verre est complètement remplacé par le tissu osseux. Etant donné que les présentes fibres de verre peuvent être mises sous forme de poudres uniformes, le revêtement peut également être très uniforme. Il en résulte un bien meilleur ancrage à l'os qui l'entoure.

La composition peut aussi être utilisée pour produire des implants destinés à la chirurgie dentaire. Une application très utile dans le domaine dentaire consiste à revêtir la racine de l'implant dentaire avec la composition.

Un autre aspect de l'invention se rapporte donc à une prothèse selon la revendication 13 ou à un implant dentaire selon la revendication 14.

Un autre objet de l'invention est un procédé selon la revendication 15.

Les exemples suivants illustrent l'invention.

Exemple 1

Exemple 2

Exemple 3

Revendications

1. Fibres de verre formées à partir d'une composition contenant, en pourcentage pondéral :
 - de 40 à 55% de SiO_2 ,
 - de 4 à 8% de P_2O_5 ,
 - de 10 à 40% de CaO et/ou de MgO ,
 - de 0,5 à 2,5% de Al_2O_3 ,la composition contenant en outre du K_2O , le pourcentage pondéral de la combinaison de K_2O et de Al_2O_3 étant compris entre 2 et 9%.
2. Fibres de verre selon la revendication 1, telles que la composition contient en outre du Na_2O , le pourcentage pondéral de la combinaison $\text{Na}_2\text{O} / \text{K}_2\text{O} / \text{Al}_2\text{O}_3$ étant inférieur ou égal à 30%.
3. Fibres de verre selon la revendication 1 ou la revendication 2, telles que la composition contient en outre du B_2O_3 dans un pourcentage pondéral compris entre 2 et 7%.
4. Fibres de verre selon l'une des revendications précédentes, d'un diamètre compris entre 10 et 50 μm .
5. Faisceau de fibres formé par des fibres de verre selon la revendication 4.
6. Implant osseux comportant un faisceau de fibres selon la revendication 5.
7. Filet ou gaze formé(e) par des fibres de verre selon la revendication 4.
8. Bandage comportant un filet ou une gaze selon la revendication 7.
9. Produit particulaire obtenu en découpant des fibres selon la revendication 4, en morceaux de 10 μm à 100 μm de longueur.
10. Produit particulaire obtenu en mettant sous forme de pâte, à l'aide d'un liant, un produit selon la revendication 9.
11. Produit particulaire selon la revendication 10, obtenu par mélange de :
 - un produit particulaire selon la revendication 9,
 - une solution aqueuse de dextrane ayant un poids moléculaire moyen compris entre 10 000 et 100 000 Daltons, la concentration de dextrane étant comprise entre 0,5 g/ml d'eau et 2,0 g/ml d'eau,Le rapport massique entre le produit particulaire et la solution de dextrane variant entre 1 : 2 et 3 : 2.

12. Implant osseux comprenant un produit particulière selon l'une des revendications 9 à 11.
13. Prothèse osseuse recouverte d'un revêtement comprenant un produit particulière selon la revendication 9.
14. Implant dentaire dont la racine est recouverte d'un revêtement comprenant un produit particulière selon la revendication 9.
15. Procédé de formation d'une prothèse ou d'un implant selon la revendication 13 ou la revendication 14, comprenant une étape d'application du revêtement à l'aide d'une torche à plasma.

EXAMINATION COMMITTEE I

Candidate No.

Paper A (Chemistry) 2010 - Marking Sheet

Category	Maximum possible	Marks awarded		
		Marker	Marker	
Independent claims	Glass Fibre	25	20	20
	Derived Products	30	30	28
	Medical Uses	15	5	5
Dependent claims		15	11	10
Description		15	11	10
Total		100	77	73

Examination Committee I agrees on 75 marks and recommends the following grade to the Examination Board:

PASS
(50-100)

COMPENSABLE FAIL
(45-49)

FAIL
(0-44)

01 July 2010

Chairman of Examination Committee I