



FR

EXAMEN EUROPÉEN DE QUALIFICATION 2026

Épreuve A

Cette épreuve contient :

- | | | |
|---|-------------------|-----------------|
| * | Lettre du client | 2026/A/FR/1-6 |
| * | Dessins du client | 2026/A/FR/7-8 |
| * | Document D1 | 2026/A/FR/9 |
| * | Document D2 | 2026/A/FR/10-11 |

Lettre du client

Monsieur Cook,

5 [001] Notre entreprise conçoit, produit et vend des appareils et des ustensiles de cuisine de
toutes sortes en Europe. Les poêles à frire constituent notre marché principal, mais nous
vendons également une gamme de casseroles, de woks, de marmites à pression, de kits à
raclette, de friteuses à air chaud, de gaufriers, de plaques de cuisson, de barbecues et de
10 planchas. Tous les ustensiles de cuisine que nous vendons sont dotés d'une surface de
cuisson qui possède des propriétés anti-adhésives.

[002] La caractéristique anti-adhésive de la surface de cuisson de nos ustensiles de cuisine
revêt une importance cruciale pour nous. Nous avons utilisé le Téflon™ ces dernières
15 décennies, car il s'est avéré être le revêtement anti-rayures le plus fiable et le plus facile à
fabriquer. Cependant, malgré le soin apporté par les clients à n'utiliser que des accessoires
de cuisine non abrasifs sur nos ustensiles de cuisine, nous avons constaté que des rayures
apparaissent inévitablement sur les surfaces de cuisson revêtues, ceci arrivant au plus tard
après quelques années d'utilisation, et cela nuit à leur fonction anti-adhésive.

20 [003] Ces dernières années, nous avons également pris conscience des effets sérieux du
Téflon™ sur la santé des consommateurs et sur l'environnement. Le Téflon™ émet des
substances toxiques et potentiellement cancérigènes lorsqu'il est chauffé à des
températures de cuisson. Ces effets sont encore plus prononcés si la surface de Téflon™ est
rayée. De plus, le Téflon™ a une demi-vie très longue et se dégrade donc extrêmement
25 lentement dans l'environnement. À la fin du cycle de vie de l'ustensile de cuisine, les résidus
de Téflon™ de ces matériaux revêtus de Téflon™ restent dans l'environnement comme
"polluants éternels", avec des conséquences sérieuses pour les écosystèmes concernés.

[004] Il nous a donc semblé nécessaire de développer un ustensile de cuisine comprenant
30 une surface revêtue anti-adhésive, résistante aux rayures et non toxique.

[005] Nous avons découvert que l'application d'un revêtement sol-gel à la surface de cuisson
au lieu du Téflon™ produit des propriétés anti-adhésives particulièrement bonnes, même
meilleures que celles du Téflon™. De plus, la résistance aux rayures et la durabilité générale
35 sont améliorées.

[006] Le nom sol-gel tient au fait que des micro-particules dans une solution (sol) s'agglomèrent et, à l'aide d'un composant gel qui déclenche le processus de gélification dans des conditions contrôlées, forment ensuite une composition sol-gel qui est alors utilisée pour le revêtement. Toutes les compositions sol-gel sont des compositions inorganiques, ce qui signifie qu'elles font partie d'une famille de compositions chimiques qui ne contiennent pas de liaisons carbone-carbone. Les compositions inorganiques sol-gel utilisées pour revêtir nos surfaces de cuisson n'ont pas d'effet nocif sur la santé et ne sont pas toxiques pour l'environnement.

[007] Le revêtement anti-adhésif sol-gel est le résultat d'un processus en plusieurs étapes. Pour obtenir un revêtement sol-gel fiable, le processus doit comprendre au moins les étapes suivantes : a) fourniture d'un sol, b) gélification par l'ajout d'un initiateur de gélification, et c) séchage-densification. Une fois le sol fourni, un initiateur adapté est ajouté, ce qui provoque la gélification de la solution ; à cette étape, la composition sol-gel a atteint un état liquide très visqueux et est prête à être appliquée sur un substrat (21) devant être revêtu ; après l'application sur le substrat, la composition sol-gel est séchée et densifiée dans un four approprié à des températures supérieures à 250°C, de manière à obtenir la surface de cuisson avec le revêtement sol-gel inorganique final (20), comme le montre la figure 1a. Pendant le séchage et la densification à plus de 250°C, la partie organique des composés de départ se décompose, formant une couche dure inorganique. La partie organique des composés de départ n'est donc plus présente dans le produit final. Nous nous posons par conséquent la question si nous pourrions également demander une protection pour nos produits en tant que tels, étant donné que cette protection des produits est essentielle pour notre activité.

[008] Les sols utilisés dans la composition peuvent être n'importe quel précurseur organique connu habituellement utilisé dans un processus sol-gel. Parmi les précurseurs que nous utilisons figurent le TEOS (orthosilicate de tétraéthyle), le MTES (méthyltriméthoxysilane), le GPTMS (3-glycidyloxypropyltriméthoxysilane) et le MPTMS (3-mercaptopropyltriméthoxysilane), mais nous avons également utilisé d'autres précurseurs.

[009] Parmi les substances capables de lancer le processus de gélification, nous avons constaté que tout initiateur de gélification organique connu est capable de produire un revêtement sol-gel fiable pour nos surfaces de cuisson. Cependant, nous avons obtenu les meilleurs résultats en termes de durabilité lorsque nous avons utilisé de l'acide citrique, de l'éthanol, de l'acide lactique ou de l'acide oxalique comme initiateurs de gélification.

[010] Nous avons essayé de nombreuses variations de revêtements sol-gel. Elles ont été obtenues en essayant différentes combinaisons de précurseurs et d'initiateurs gel, dont le ratio en poids est toutefois toujours compris entre 1:1 et 6:1 entre le précurseur sol et l'initiateur gel. En effet, nous avons constaté que, lorsque le ratio est situé hors de cet intervalle, le revêtement sol-gel correspondant ne se forme pas correctement. Il s'agit donc du seul intervalle de ratio manufacturable pour un revêtement sol-gel avec de tels initiateurs. Tous les revêtements que nous avons préparés ont de bonnes propriétés anti-adhésives, résistent aux rayures et peuvent être utilisés sans danger en contact avec les aliments. Cependant, nous avons obtenu de loin nos meilleurs résultats avec des compositions sol-gel produites à partir d'une combinaison de TEOS comme précurseur et d'acide citrique comme initiateur gel. En effet, le revêtement sol-gel inorganique ainsi obtenu présente une dureté optimale, comme le montre le tableau 1 ci-dessous, et cette dureté est un indicateur fiable de la résistance aux rayures typiques qui se produisent avec des accessoires de cuisine. La dureté a été mesurée conformément à la norme connue ISO 14705 du 31 décembre 2016 sur tout l'intervalle de ratio manufacturable.

Tableau 1

Combinaison sol-gel	Dureté	Ratio
MPTMS & éthanol	4 - 5	1:1 - 6:1
MTES & acide lactique	5,5 - 7	1:1 - 6:1
TEOS & acide oxalique	6 - 6,5	1:1 - 6:1
MTES & éthanol	6 - 11	1:1 - 6:1
TEOS & acide citrique	12 - 15	1:1 - 6:1

[011] Nos meilleurs résultats en termes de résistance aux rayures et de propriétés anti-adhésives ont été obtenus avec un ratio en poids de 4:1 entre le TEOS et l'acide citrique. Cette composition sol-gel a une dureté de 15. Nous l'avons nommée TEOSCA41.

[012] Tous nos ustensiles de cuisine, tels que la poêle (10) montrée dans les figures, ont un substrat métallique, qui est nécessaire pour que la surface de cuisson chauffe efficacement. Nous utilisons volontiers de l'aluminium pour le substrat lorsque cela est possible, car cela rend l'ustensile de cuisine plus léger et améliore l'adhérence du revêtement sol-gel.

5

[013] Nous avons également testé l'utilisation de deux couches métalliques pour le substrat, avec l'aluminium – sur lequel le revêtement est appliqué – comme couche supérieure (21) et un autre métal, tel que de l'acier inoxydable ou du fer, comme couche inférieure (22) sous l'aluminium, comme le montre la fig. 1b. Nous avons été satisfaits des résultats des tests, étant donné qu'un ustensile de cuisine de ce type présente à la fois une très bonne conductivité thermique et une bonne adhérence du revêtement sol-gel à la surface de cuisson.

10

[014] Afin d'appliquer notre composition sol-gel au substrat, nous utilisons volontiers une machine de pulvérisation automatique, telle que celle montrée dans la fig. 2. Le pulvérisateur (30) est automatiquement contrôlé par un système de contrôle pour se déplacer dans les limites géométriques de la surface de cuisson et appliquer le revêtement sol-gel sur le substrat de toute la surface de cuisson. Le système comprend un contrôleur électronique pour contrôler le mouvement du pulvérisateur et une mémoire qui stocke des schémas de pulvérisation bidimensionnels correspondant aux dimensions externes des surfaces de cuisson à traiter, ce qui minimise la quantité de sol-gel pulvérisé hors de la surface de cuisson et donc gaspillé. Le contrôleur électronique sélectionne ensuite le schéma bidimensionnel correspondant à la surface de cuisson à traiter et actionne le pulvérisateur selon ce schéma. La vitesse de déplacement du pulvérisateur peut être adaptée pour appliquer le revêtement efficacement sur le substrat et ainsi optimiser également les coûts de production. Nous avons testé plusieurs vitesses d'application et avons constaté que les vitesses de déplacement comprises entre 0,1 et 0,8 m/s correspondent à nos besoins.

15

20

25

[015] Comme indiqué ci-dessus, nous ne vendons pas uniquement des ustensiles de cuisine dotés d'une surface de cuisson horizontale, mais également d'autres objets qui peuvent avoir des surfaces de cuisson non horizontales, telles que les zones incurvées et les coins que l'on trouve par exemple dans les grandes casseroles, les planchas striées ou les gaufriers. Une surface de cuisson horizontale est une surface qui est horizontale pendant le processus de cuisson. Lors de l'application de la composition sol-gel sur un tel ustensile de cuisine, le contrôleur électronique de notre machine de pulvérisation est configuré pour appliquer d'abord la composition sol-gel sur toutes les surfaces de cuisson horizontales de l'ustensile en donnant l'instruction au pulvérisateur de pulvériser la composition sol-gel de manière orthogonale sur le plan horizontal de la surface de cuisson. La composition sol-gel est ensuite appliquée sur toutes les surfaces de cuisson non horizontales en maintenant le pulvérisateur de notre machine dans une position qui lui permet de pulvériser horizontalement et en le déplaçant pour couvrir toutes les parties inclinées ou verticales avec le revêtement. Dans ce cas, le pulvérisateur ne nécessite que deux angles d'application pendant l'utilisation, l'un permettant une application verticale dans une première étape et l'autre permettant une application horizontale dans une seconde étape. Nous avons constaté que l'intervalle des vitesses de déplacement du pulvérisateur compris entre 0,1 et 0,8 m/s est également parfait pour les deux étapes de pulvérisation.

[016] Nous avons également appliqué deux revêtements sol-gel, tous deux étant une combinaison de TEOS et d'acide citrique mais selon des ratios différents, sur le même ustensile de cuisine. Un des revêtements était le TEOSCA41, que nous n'avons appliqué que sur la surface de cuisson horizontale (20b), comme le montre la fig. 1c. L'autre revêtement était une combinaison de TEOS et d'acide citrique selon un ratio en poids de 2:1. Cette dernière composition sol-gel possède des propriétés anti-adhésives qui sont suffisamment bonnes pour les parties (20a) de la surface de cuisson qui sont inclinées ou verticales pendant l'utilisation, telles que les parois d'une casserole profonde ou les interstices d'un gaufrier, étant donné que la gravité contribue également à réduire l'adhérence des aliments à la surface de ces zones. Une telle application en deux étapes réduit les coûts en matériaux tout en assurant de très bonnes propriétés anti-adhésives.

[017] Lors de l'application de deux revêtements sol-gel différents sur des ustensiles de cuisine, le contrôleur électronique de notre machine de pulvérisation est d'abord configuré pour appliquer la première composition sol-gel, TEOSCA41, sur toutes les surfaces horizontales des ustensiles en pulvérisant le premier mélange sol-gel de manière orthogonale sur le plan horizontal de la surface de cuisson, comme décrit ci-dessus. La deuxième composition sol-gel est ensuite appliquée sur toutes les surfaces de cuisson non horizontales de tous les ustensiles en maintenant le pulvérisateur de notre machine de manière à pulvériser le deuxième mélange sol-gel de manière horizontale et en déplaçant le pulvérisateur pour couvrir toutes les parties verticales ou inclinées avec le revêtement.

[018] À partir de cet après-midi, nous naviguerons vers la Corse à bord d'un trimaran mû exclusivement par le vent. La traversée devrait durer jusque demain matin et nous n'aurons ni Internet, ni téléphone pendant cette durée. Il est prévu que nous présentions notre nouvel ustensile de cuisine sol-gel demain matin, à la première heure, à notre arrivée en Corse, à la plus grande foire d'ustensiles de cuisine d'Europe. Nous comptons donc sur votre expertise et votre efficacité pour déposer avant la fin de la journée une demande de brevet européen qui puisse nous offrir la protection la plus large possible à l'aide des informations que nous avons fournies ici, que nous espérons complètes. Nous avons également joint à la présente lettre les documents D1 et D2, qui sont les documents de l'état de la technique les plus pertinents que nous ayons trouvés. Nous tenons également à vous rappeler que, conformément à la politique de notre entreprise, nous souhaitons déposer une demande unique et que nous n'avons pas prévu de budget pour des taxes de revendication supplémentaires.

Cordialement,

Soline Gelsemium
Département R&D
SeBastian is in the Kitchen Ltd

Dessins

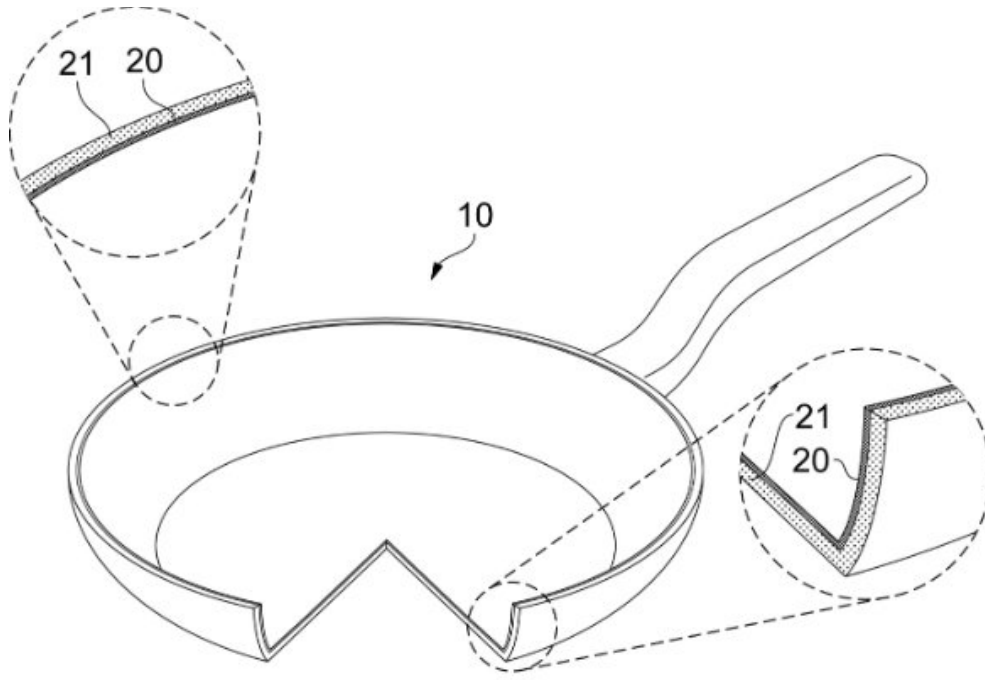


FIG. 1a

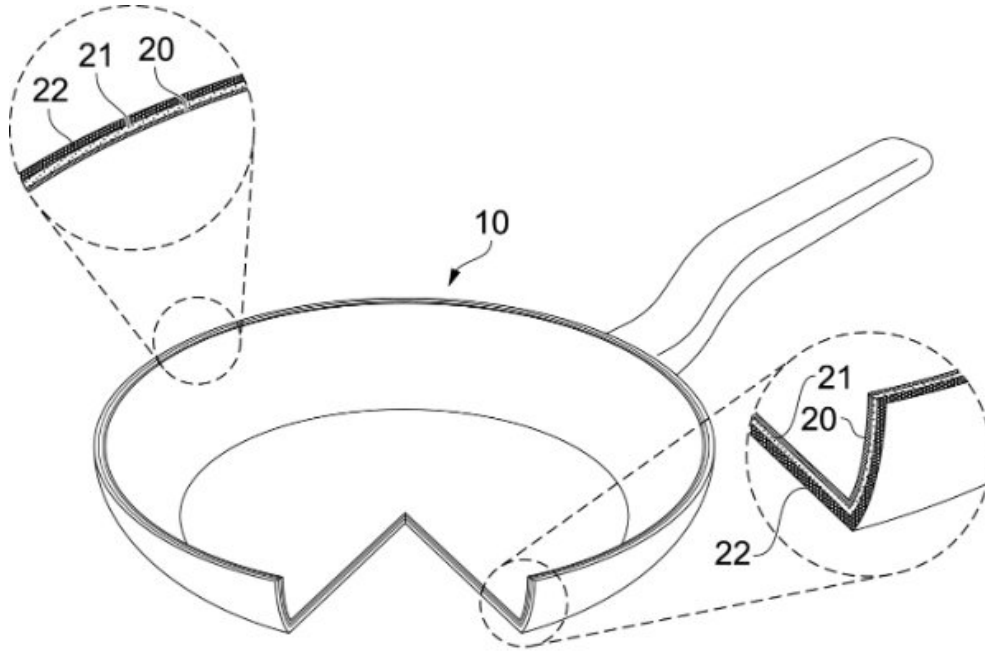


FIG. 1b

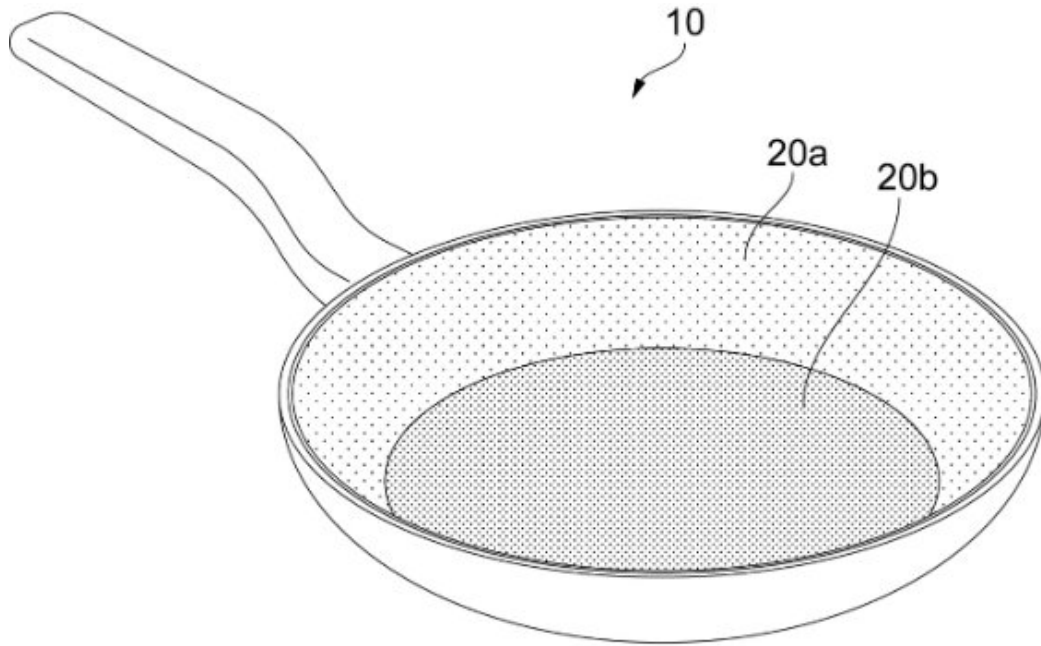


FIG. 1c

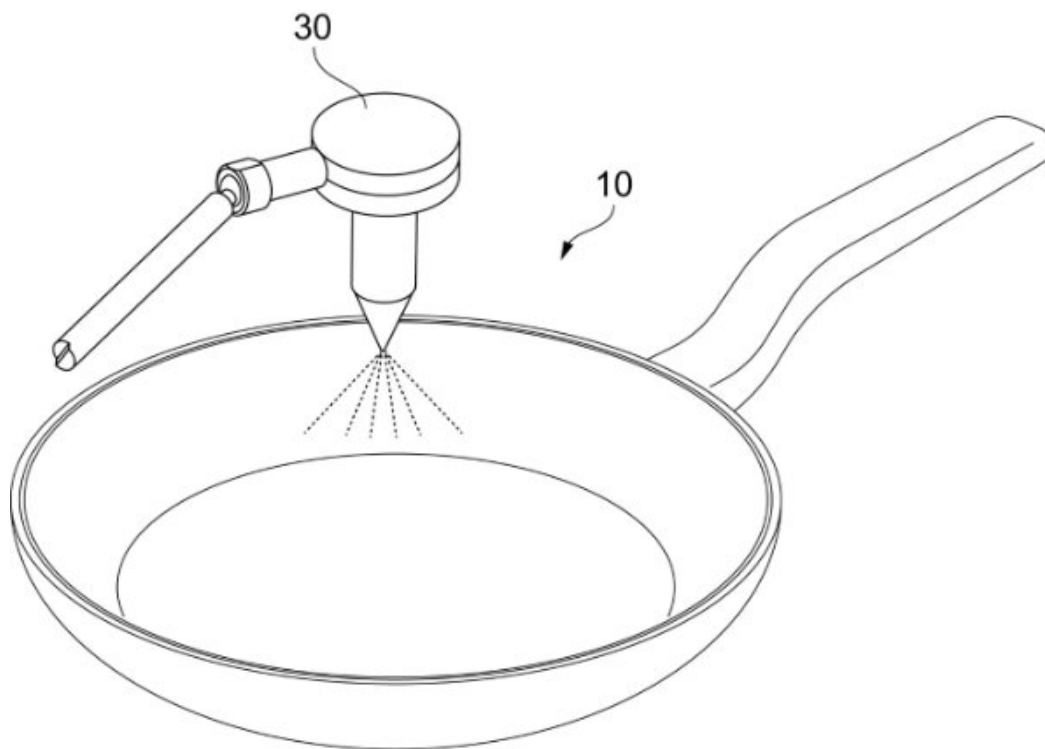


FIG. 2

D1 : EP06180111

Demandeur : Tefco-Loan GmbH

Date de dépôt : 19 mars 2006

Date de publication : 2007

5 Titre : Surface de cuisson dotée d'un revêtement anti-adhésif amélioré

[001] La friture et la cuisson ont traditionnellement été effectuées dans des poêles faites d'un métal tel que la fonte ou l'acier inoxydable. Bien que les poêles en fonte soient anti-adhésives dans une certaine mesure, elles sont extrêmement difficiles et longues à
10 produire et à entretenir. Pour ce qui est des poêles en acier inoxydable, l'utilisation de matière grasse pour éviter que les aliments n'adhèrent à la poêle est indispensable et expose les utilisateurs à des risques pour leur santé associés à une hausse du cholestérol sanguin.

15 [002] Il existe, dans certaines cultures, une tradition consistant à fabriquer à la main des casseroles et des poêles en céramique. Pour de tels ustensiles de cuisine, un revêtement protecteur d'un sol-gel connu est habituellement appliqué. Bien que cet ustensile de cuisine revêtu de céramique ait des propriétés anti-adhésives et résiste aux rayures, il est coûteux et long à produire.

20 [003] Nous avons mis au point un ustensile de cuisine métallique revêtu de Téflon™, qui s'est avéré offrir une meilleure résistance aux rayures. Il est facile et peu coûteux à fabriquer et présente une toxicité relativement faible.

25 [004] Nous avons également découvert qu'il est possible de fabriquer notre ustensile de cuisine revêtu nouvellement développé à l'aide de deux couches métalliques, avec l'aluminium au-dessus pour une meilleure adhérence du revêtement anti-adhésif et l'acier inoxydable ou le fer en dessous pour une meilleure conductivité thermique.

D2 : Revue Internationale de Science des Matériaux, n° 1903, juillet-septembre 2021
Compositions sol-gel pour le traitement de métaux

[001] Les revêtements sol-gel de surfaces métalliques ont été utilisés avec succès ces
5 dernières années dans les domaines aéronautique et aérospatial. Leurs propriétés anti-
corrosives et déperlantes combinées à leurs excellentes dureté et résistance aux rayures
dans des conditions météorologiques extrêmes en font la couche protectrice idéale pour la
grande variété de surfaces métalliques utilisées dans de telles industries.

10 [002] Les revêtements sol-gel qui ont été étudiés ici commencent avec un précurseur sol –
tel que le TEOS (orthosilicate de tétraéthyle), le MTES (méthyltriméthoxysilane), le
GPTMS (3-glycidyloxypropyltriméthoxysilane) ou le MPTMS
(3-mercaptopropyltriméthoxysilane) – auquel un initiateur gel, qui peut être de l'acide
citrique, de l'éthanol, de l'acide lactique ou de l'acide oxalique, est ajouté pour lancer le
15 processus de gélification. Nous utilisons habituellement un ratio en poids de 1:1-6:1 entre
le précurseur sol et l'initiateur gel, car nous avons constaté que les revêtements sol-gel ne
se forment pas correctement en dehors de cet intervalle.

Premièrement, le précurseur sol est ajouté pendant une étape d'hydrolyse. La gélification
20 a alors lieu avec l'aide de l'initiateur gel et une étape de séchage-densification se produit
ensuite dans des fours à des températures élevées, de préférence supérieures à 250°C.

[003] Tout de suite après la gélification et avant le séchage, la composition sol-gel est
appliquée sur le substrat métallique à l'aide d'un dispositif de pulvérisation automatique
25 spécial qui peut se déplacer à des vitesses allant jusqu'à 1,9 m/s. Le dispositif de
pulvérisation est contrôlé par un système de contrôle pour réaliser une application efficace
de la composition sol-gel. Sa vitesse peut être réduite à environ 1,5 m/s pour couvrir des
surfaces plus complexes. Son angle d'application peut être modifié par le système de
contrôle en cas de détection par un capteur optique d'un changement d'inclinaison de la
30 surface pour couvrir efficacement les zones qui sont inclinées ou plus difficiles d'accès.
Les schémas de pulvérisation géométriques correspondant aux limites de la surface à
revêtir peuvent être stockés dans une mémoire, à laquelle le contrôleur électronique du
système de contrôle peut accéder pour retrouver le schéma approprié pour la surface qui
sera traitée. De cette manière, l'application involontaire de composition sol-gel au-delà de
35 la surface à traiter est réduite au minimum.

[004] La meilleure adhérence est obtenue lorsque le revêtement sol-gel est directement appliqué sur le le substrat que nous préférons utiliser, qui est fait exclusivement en aluminium.

5 [005] De telles surfaces métalliques revêtues se sont avérées être une excellente solution de rechange au Téflon™, satisfaisant aux normes de qualité exigeantes qu'imposent les industries aéronautique et aérospatiale. Le Téflon™ est encore largement utilisé dans ces industries, mais il est toxique pour l'environnement.

10 [006] Les revêtements sol-gel satisfont également aux normes relatives au contact avec les aliments, de sorte qu'ils peuvent être utilisés pour des ustensiles de cuisine tels que les poêles, les casseroles ou tout autre récipient alimentaire. Il a été constaté que les propriétés déperlantes des revêtements sol-gel décrites ci-dessus se traduisent par des propriétés anti-adhésives en cas de contact avec des aliments aux températures de
15 cuisson habituelles.

[007] Nous sommes convaincus que de tels revêtements sol-gel trouveront des utilisations plus larges en dehors des industries aéronautique et aérospatiale dans les années à venir, étant donné qu'elles possèdent d'excellentes propriétés anti-rayures et déperlantes, tout
20 en étant non toxiques et écologiques.

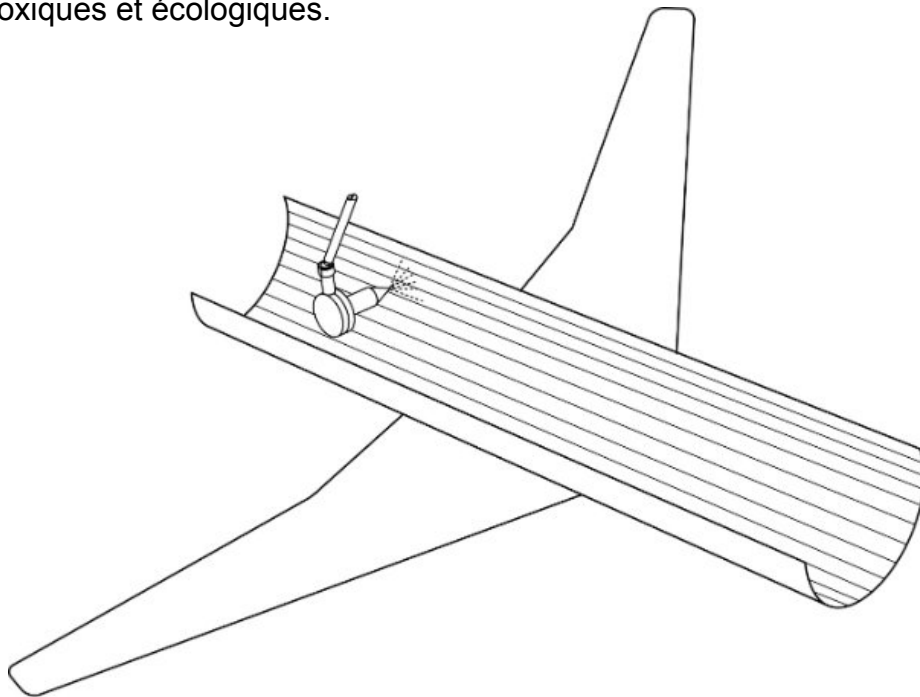


FIG. D2