

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international



WIPO | PCT



(10) Numéro de publication internationale
WO 2021/198130 A1

(43) Date de la publication internationale
07 octobre 2021 (07.10.2021)

(51) Classification internationale des brevets :
C08L 95/00 (2006.01)

Publiée:

— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2021/058072

(22) Date de dépôt international :
29 mars 2021 (29.03.2021)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
FR2003189 31 mars 2020 (31.03.2020) FR

(71) Déposants : **TOTAL MARKETING SERVICES**
[FR/FR] ; 24 Cours Michelet, 92800 PUTEAUX (FR). **TOTAL SE** [FR/FR] ; La Défense 6 2 Place Jean Millier, 92400 COURBEVOIE (FR).

(72) Inventeurs : **MOUAZEN, Mouhamad** ; 76 Boulevard National, 92000 NANTERRE (FR). **COLLIAT, Romain** ; 5 impasse des tulipes, 38300 RUY MONTCEAU (FR). **HICKEL, Pierre-emmanuel** ; 60, rue Felix, 92700 COLOMBES (FR). **CASSAGNE, Valerick** ; 5 impasse de Cernay, 91470 LIMOURS (FR).

(74) Mandataire : **COLOMBIE, Damien** et al. ; LAVOIX, 2, Place d'Estienne d'Orves, 75441 PARIS CEDEX 09 (FR).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(54) Title: METHOD FOR ATTACHING PHOTOVOLTAIC MODULES BY MEANS OF A BITUMINOUS ADHESIVE BINDER COMPRISING AN ORGANOGELATOR

(54) Titre : PROCÉDÉ DE FIXATION DE MODULES PHOTOVOLTAÏQUES AU MOYEN D'UN LIANT DE COLLAGE BITUMEUX COMPRENANT UN ORGANOGÉLATEUR

(57) Abstract: The present application relates to the use of a bituminous adhesive binder comprising at least one organogelator additive, for attaching photovoltaic modules, in particular lightweight modules.

(57) Abrégé : La présente demande concerne l'utilisation d'un liant de collage bitumineux comprenant au moins un additif organogélateur, pour fixer des modules photovoltaïques notamment des modules légers.



WO 2021/198130 A1

TITRE : PROCÉDE DE FIXATION DE MODULES PHOTOVOLTAÏQUES AU MOYEN D'UN LIANT DE COLLAGE BITUMEUX COMPRENANT UN ORGANOGÉLATEUR

DOMAINE TECHNIQUE

5

La présente invention concerne le domaine des modules photovoltaïques, et plus précisément les modules photovoltaïques légers. Elle concerne également leur procédé de fixation sur toitures notamment.

10

ÉTAT DE L'ART

15

Les modules solaires photovoltaïques permettent de produire une énergie électrique à partir du rayonnement solaire. Une pluralité d'éléments photovoltaïques (typiquement des cellules ou des couches minces) peuvent constituer la partie active de la technologie. Ils fonctionnent selon le principe de l'effet photoélectrique. Généralement, plusieurs cellules constituées d'un tel élément photovoltaïque sont reliées entre elles dans un module solaire photovoltaïque, et plusieurs modules sont regroupés pour former une installation solaire. Cette installation produit de l'électricité qui peut être consommée sur place ou alimenter un réseau de distribution.

20

La plupart des modules solaires connus présentent généralement une face avant en verre et un cadre support métallique de sorte qu'un seul module pèse souvent plus de 18 kg voire 30 kg pour certains modèles. Si on y ajoute de plus les structures de support qui sont nécessaires à l'installation des modules photovoltaïques, on arrive à une charge supplémentaire de 15 kg/m² ou plus pour un toit.

25

Les modules photovoltaïques légers sont plus légers que les modules classiques et peuvent être installés sur des toits de bâtiments industriels ou commerciaux en ajoutant seulement un surpoids faible, permettant ainsi d'équiper des toits, qui du fait de leur grande surface ou de leur structure (ossature bois ou métallique, telle que celle des bâtiments anciens de dimensionnement limité en termes de charge notamment) ne peuvent supporter des charges supplémentaires importantes.

30

35

Les modules photovoltaïques légers ont notamment été développées pour équiper les toitures légères, telles que toitures en bacs acier, les toits terrasses,

etc... qui ne peuvent être équipées de modules photovoltaïques classiques, trop lourds. Il existe une grande proportion de grandes toitures à faible charge de type toit terrasse étanchées avec une membrane d'étanchéité. Dans certains cas en particulier, les surfaces à équiper doivent préalablement être revêtues de préférence d'une membrane d'étanchéité. Ces membranes d'étanchéité sont généralement des couches bitumineuses, classiquement utilisées, sur lesquelles des modules photovoltaïques légers sont appliqués, typiquement au moyen d'une colle de type butyle.

Les colles de type butyle présentent cependant l'inconvénient d'être onéreuses, et d'avoir des niveaux d'adhésion variables sur les membranes bitumes suivant les additifs utilisés dans le bitume, ce qui induit des préparations de surface supplémentaires.

Il convient donc de mettre à disposition un procédé de fixation alternatif des modules photovoltaïques, notamment les modules légers, sur les membranes d'étanchéité bitumineuses.

EP 2 106 423, EP 3131960 et EP 3081 609 décrivent des liants de collage bitumineux comprenant un ou plusieurs additifs de type organogélateur. Ces liants sont décrits pour le collage de revêtements d'ouvrages et de revêtements, mais aucunement envisagés pour la fixation des modules photovoltaïques notamment.

Ainsi, un but de la présente invention est de fournir un procédé de collage de modules photovoltaïques, notamment de modules flexibles, efficace, avec une résistance à l'arrachement et au décollage améliorée.

OBJET DE L'INVENTION

Un objet de l'invention concerne l'utilisation d'un liant de collage bitumineux pour fixer des modules photovoltaïques sur un support à équiper, caractérisée en ce que le liant de collage bitumineux comprend au moins un additif organogélateur.

L'expression « modules photovoltaïques » est utilisée ici pour faire référence aux panneaux solaires photovoltaïques, et désigne ici les modules permettant de convertir le rayonnement solaire en électricité. Lesdits modules peuvent être de différents types et notamment de type avec cadre, sans cadre, léger, verre/verre. De préférence, lesdits modules sont de type flexible.

Les modules flexibles (désignés aussi souples ou semi-rigides) ont la particularité de pouvoir être déformés de sorte qu'ils ne se fissurent pas lorsqu'on applique une courbure avec un rayon de courbure inférieur à 1 m, notamment environ 0.5 m. Cette capacité à se déformer permet une grande diversité d'utilisation.

Des modules légers sont notamment décrits dans la demande WO 2019/002501, et un procédé de fabrication est notamment rapporté dans EP 3 403 826 et WO 2018/060611.

Par « support à équiper », on entend les toitures et/ou murs d'ouvrages de travaux publics, génie civil, bâtiments ou structures fixes ou mobiles, telles que les toits, toits terrasses, abris, stations-services, caravanes etc.

De préférence, l'invention vise notamment l'équipement de toitures légères, c'est-à-dire de supports qui du fait de leur dimensionnement, forme et/ou résistance à la charge ne peuvent être équipées de modules photovoltaïques classiques. L'invention peut aussi être appliquée où l'installation doit être fine pour des raisons de prise au vent ou encore pour des raisons de discrétion par exemple des sites protégés dans les plans d'urbanisme.

Selon un mode de réalisation, les modules peuvent être appliqués directement sur lesdits supports. Selon un mode de réalisation, les modules peuvent être appliqués sur une membrane d'étanchéité, disposée entre ledit support et ledit module : selon ce mode de réalisation, ledit liant est utilisé pour fixer ledit module photovoltaïque à une membrane d'étanchéité elle-même destinée à être appliquée sur ledit support.

Par « membrane d'étanchéité », on vise tout système d'étanchéité préfabriqué utilisé principalement pour étanchéifier les ouvrages de travaux publics, de génie civil ou de bâtiments, par exemple les toitures des bâtiments, les balcons, les loggias, etc... Une membrane est généralement constituée d'une armature, éventuellement enrobée de bitume, et peut être monocouche, ou multicouches dans le cas de plusieurs membranes superposées et collées. Il s'agit généralement d'un élément souple, mince et continu se présentant couramment sous forme de lés de feutre bitumés, avec ou sans armatures à mailles larges ou sous forme de lés en polyéthylène ou synthétique armé ou non, monocouche ou multicouche (souvent

bicouche) en bitume: ce bitume peut être mélangé à des plastomères et des élastomères. Ce type de membrane est couramment utilisé pour un toit terrasse. Les lés superposés sont mis en place à chaud par soudure.

5 On entend par « liant de collage bitumineux », ou encore désignés ici « liant », des compositions à base de bitume et comprenant un ou plusieurs additifs et/ou adjuvants, qui présentent des propriétés adhésives.

A titre de « liant de collage » convenant à l'invention, on peut citer les liants décrits dans EP 2 106 423, EP 3131960 et EP 3081 609.

10 A titre de liant de collage, on peut ainsi envisager les compositions comprenant :

- un bitume ;
 - au moins un additif organogélateur,
- et optionnellement, un adjuvant polymère oléfinique fonctionnalisé par au moins des groupements fonctionnels glycidyle.

15

Par « organogélateur » au sens de l'invention, on entend une association de plusieurs molécules dites organogélatrices de structure chimique identique ou différente. Dans le bitume, ces molécules organogélatrices sont capables d'établir entre elles des interactions physiques conduisant à une auto-agrégation avec formation d'un réseau supra-moléculaire 3D qui est responsable de la gélification du bitume. L'empilement des molécules organogélatrices résulte dans la formation d'un réseau de fibrilles, immobilisant les molécules du bitume.

20

Aux températures d'usage, allant de 10 à 60°C, les molécules organogélatrices se lient entre elles de manière non-covalente, notamment par des liaisons hydrogène. Ces liaisons hydrogène disparaissent lorsque le bitume est chauffé à haute température. Ainsi aux températures d'usage, l'organogélateur constitué d'un grand nombre de molécules organogélatrices peut être assimilé à un polymère « supramoléculaire » et confère au bitume ainsi modifié les propriétés d'une composition bitume/polymère classique, notamment au niveau de la dureté. Aux températures d'usage, la gélification due à l'agrégation des molécules organogélatrices, provoque un épaissement du milieu bitumineux, conduisant à une augmentation de la dureté. Le bitume ne s'écoule plus sous son propre poids, sa dureté aux températures d'usage est accrue par rapport au bitume de départ seul sans additif organogélateur. Lorsque la composition bitumineuse est chauffée, les interactions stabilisant l'organogélateur, disparaissent, et le bitume retrouve les

30

35

propriétés d'un bitume non additivé, la viscosité de la composition bitumineuse à chaud redevient celle du bitume de départ.

Les interactions physiques entre molécules organogélatrices sont diverses et incluent en particulier des interactions du type liaisons hydrogène entre un donneur de liaisons hydrogène D et un accepteur de liaisons hydrogène A, des interactions π entre cycles insaturés, des interactions dipolaires et leurs associations. Les molécules organogélatrices peuvent établir un seul ou plusieurs types d'interactions avec des molécules voisines. L'établissement de l'une ou l'autre de ces interactions sera favorisé par l'architecture des molécules organogélatrices.

Dans le cadre de l'invention, l'organogélateur, constitué de plusieurs molécules organogélatrices, comprend plusieurs groupements capables d'établir des liaisons hydrogène. Pour établir ces liaisons hydrogène, l'organogélateur comprend au moins un accepteur de liaisons hydrogène A, au moins un donneur de liaisons hydrogène D.

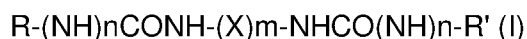
Pour pouvoir gélifier et prendre en masse le bitume, l'organogélateur doit être soluble à chaud dans le bitume. Les constituants chimiques principaux du bitume sont les asphaltènes et les maltènes. Les asphaltènes sont des composés notamment hétérocycliques constitués de nombreux noyaux aromatiques et de cycles naphthéniques pluricondensés. Les maltènes quant à eux sont principalement constitués de longues chaînes paraffiniques. Par conséquent, l'organogélateur selon l'invention comprend au moins un groupement chimique C compatibilisant l'organogélateur avec les composés chimiques du bitume. Ce compatibilisant C peut comprendre, pris seul ou en mélange, un groupe choisi parmi : au moins une longue chaîne hydrocarbonée compatible avec la fraction maltène du bitume, ou au moins un cycle aliphatique de 3 à 8 atomes, ou au moins un système polycyclique condensé aliphatique, partiellement aromatique ou entièrement aromatique, compatibles avec la fraction asphaltène du bitume, chaque cycle comprenant 5 ou 6 atomes.

La température de rupture TR à laquelle le réseau de liaisons hydrogène disparaît est fonction du nombre et de la force des liaisons créés au sein de l'organogélateur et est par conséquent fonction de la structure chimique des molécules organogélatrices et de la concentration de l'organogélateur dans le bitume. La température de rupture TR est selon l'invention comprise entre 40°C et 120°C. Ces températures ont été déterminées de manière expérimentale par des mesures de température de ramollissement Bille et Anneau telle que définie dans la

norme NF EN 1427. Ces températures de rupture ont pu être corrélées à la disparition des liaisons hydrogène grâce à la spectroscopie infrarouge qui a permis de suivre l'évolution de l'intensité des bandes d'absorptions correspondantes aux liaisons hydrogène présentes dans l'organogélateur aux différentes températures de test.

Le ou les additifs organogélateurs peuvent être choisis parmi :

- les composés de formule (I) :



les groupements R et R', identiques ou différents, contiennent une chaîne hydrocarbonée saturée ou insaturée, linéaire, ramifiée ou cyclique, comprenant de 1 à 22 atomes de carbone, éventuellement substituée, et comprenant éventuellement des hétéroatomes, des cycles et/ou des hétérocycles ;

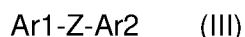
le groupement X contient une chaîne hydrocarbonée, saturée ou insaturée, linéaire, cyclique ou ramifiée, comprenant de 1 à 22 atomes de carbone, éventuellement substituée, et comprenant éventuellement des hétéroatomes, des cycles et/ou des hétérocycles ;
n et m sont des entiers ayant une valeur de 0 ou 1 indépendamment l'un de l'autre

- les additifs acides de formule (II)



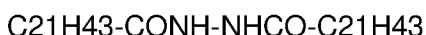
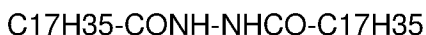
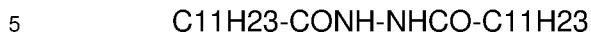
dans laquelle Y est une chaîne hydrocarbonée linéaire ou ramifiée, saturée ou insaturée comprenant de 4 à 68 atomes de carbone, de préférence de 4 à 54 atomes de carbone, plus préférentiellement de 4 à 36 atomes de carbone et z un entier variant de 1 à 4, de préférence de 2 à 4 ;

- les additifs de formule générale (III) :



où Ar1 et Ar2 représentent indépendamment l'un de l'autre un noyau benzène ou un système de noyaux aromatiques condensés de 6 à 20 atomes de carbones, substitués par au moins un groupe hydroxyle, et Z représente un radical divalent éventuellement substitué, dont la chaîne principale comprend de 6 à 20 atomes de carbone et au moins un groupe amide et/ou ester.

Parmi les organogélateurs de formule (I), on peut notamment citer les dérivés hydrazides répondant aux formules suivantes:



10 On peut également citer les diamides, dont une diamide préférée est la N,N'-ethylenedi(stearamide), $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{-CONH-CH}_2\text{-CH}_2\text{-NHCO-C}_{17}\text{H}_{35}$, ou encore les dérivés uréides, dont une urée particulière la 4,4'-bis(dodecylaminocarbonylamino)diphenylmethane (de formule: $\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{-NHCONH-C}_6\text{H}_4\text{-CH}_2\text{-C}_6\text{H}_4\text{-NHCONH-C}_{12}\text{H}_{25}$).

15 Parmi les additifs de formule (II), on peut notamment citer les composés de formule générale $\text{HOOC-C}_w\text{H}_{2w}\text{-COOH}$ où w est un entier variant de 4 à 22, de préférence de 4 à 12. Ces additifs acides correspondent à la formule (II) précédente dans laquelle $z = 2$ et $\text{R} = \text{C}_w\text{H}_{2w}$. Les diacides préférés sont les suivants :

l'acide adipique ou acide 1,6-hexanedioïque avec $w = 4$;

20 l'acide pimélique ou acide 1,7-heptanedioïque avec $w = 5$;

l'acide subérique ou acide 1,8-octanedioïque avec $w = 6$;

l'acide azélaïque ou acide 1,9-nonanedioïque avec $w = 7$;

l'acide sébacique ou acide 1,10-decanedioïque avec $w = 8$;

l'acide undécanedioïque avec $w = 9$;

25 l'acide 1,2-dodécanedioïque avec $w = 10$;

l'acide tétradécanedioïque avec $w = 12$.

Ainsi, à titre de liant de collage comprenant l'acide sébacique à titre d'additif organogélateur, on peut notamment citer la composition commerciale ALTEK® ECO²B commercialisée par TOTAL.

30

Parmi les additifs de formule (III), on peut notamment citer le composé :

2',3-bis[[3-[3,5-di-tert-butyl-4-hydroxyphenyl]propionyl]]propionohydrazide.

Ce composé est disponible commercialement sous la dénomination Irganox® commercialisée par BASF.

35

Le liant de collage selon l'invention comprend de préférence de 0.1 à 5% en poids d'organogélateur, notamment de 0,3% à 1,5% en poids, préférentiellement de 0,4% à 1%, et encore plus préférentiellement de 0,8% à 1%, par rapport au poids total du liant.

5

Dans un mode de réalisation, l'adjuvant polymère oléfinique est choisi dans le groupe consistant en :

- (a) les copolymères statistiques ou séquencés d'éthylène et d'un monomère choisi parmi l'acrylate de glycidyle et le méthacrylate de glycidyle, comprenant de 50% à 99,7% en masse,
- (b) les terpolymères statistiques ou séquencés, d'éthylène, d'un monomère A choisi parmi l'acétate de vinyle et les acrylates ou méthacrylates d'alkyle en C1 à C6, et d'un monomère B choisi parmi l'acrylate de glycidyle et le méthacrylate de glycidyle, comprenant de 0,5% à 40% en masse de motifs issus du monomère A et, de 0,5% à 15% en masse de motifs issus du monomère B, le reste étant formé de motifs issus de l'éthylène ; et
- (c) les copolymères résultant du greffage d'un monomère B choisi parmi l'acrylate de glycidyle et le méthacrylate de glycidyle, sur un substrat consistant en un polymère choisi parmi les polyéthylènes, notamment les polyéthylènes basse densité, les polypropylènes, les copolymères statistiques ou séquencés d'éthylène et d'acétate de vinyle et les copolymères statistiques ou séquencés d'éthylène et d'acrylate ou méthacrylate d'alkyle en C1 à C6 , comprenant de 40% à 99,7% en masse d'éthylène, lesdits copolymères greffés comprenant de 0,5% à 15% en masse de motifs greffés issus du monomère B.

10

15

20

25

Avantageusement, l'adjuvant polymère oléfinique est choisi parmi les terpolymères statistiques ou séquencés d'éthylène, d'un monomère A choisi parmi les acrylates ou méthacrylates d'alkyle en C1 à C6 et d'un monomère B choisi parmi l'acrylate de glycidyle et le méthacrylate de glycidyle, comprenant de 0,5% à 40% en masse de motifs issus du monomère A et, de 0,5% à 15% en masse de motifs issus du monomère B, le reste étant formé de motifs issus de l'éthylène.

30

Le liant de collage bitumineux selon l'invention comprend de préférence de 0,5% à 5 % en poids d'adjuvant polymère oléfinique, préférentiellement de 0,8% à 2,2%, et encore plus préférentiellement, de 1% à 2%, par rapport au poids total du liant.

35

Un liant de collage présente avantageusement une température de ramollissement bille et anneau (TBA) élevée ainsi qu'une bonne résistance au fluage afin de permettre une bonne adhérence du revêtement sur son support, en particulier pour les supports inclinés et les revêtements de toiture soumis à des températures élevées (supérieures ou égales à 50°C, voire à 70°C).

Le liant de collage bitumineux peut être caractérisé en ce qu'il présente une température de ramollissement Température Bille-Anneau (TBA) déterminée selon la norme EN 1427 supérieure ou égale à 80°C, de préférence comprise entre 90°C et 120°C. En outre, il peut avantageusement présenter une contrainte maximale avant et après vieillissement de 3 mois à 70°C, comprise entre 1 et 3 MPa.

La fixation des modules selon l'invention peut également être évaluée par un test de traction, par exemple par un essai de pelage. Ce test comprend la traction sur éprouvette, au moyen d'une presse à traction (telle qu'une presse LF Plus (Lloyd Instruments), conduite à une vitesse de traction de 100 mm/mn), et l'évaluation de la force moyenne de pelage, exprimée en N. selon ce test, la force de pelage est typiquement comprise entre 40 et 100 N.

Les liants de collage bitumineux selon l'invention peuvent contenir des bitumes issus de différentes origines. On peut citer tout d'abord les bitumes d'origine naturelle, ceux contenus dans des gisements de bitume naturel, d'asphalte naturel ou les sables bitumineux, et les bitumes provenant du raffinage du pétrole brut.

Les bitumes selon l'invention sont aussi les bitumes provenant du raffinage du pétrole brut. Les bitumes proviennent de la distillation atmosphérique et/ou sous vide du pétrole. Ces bitumes pouvant être éventuellement soufflés, viscoréduits et/ou désasphaltés. Les bitumes peuvent être des bitumes de grade dur ou de grade mou. Les différents bitumes obtenus par les procédés de raffinage peuvent être combinés entre eux pour obtenir le meilleur compromis technique.

Les bitumes utilisés peuvent également être des bitumes fluxés par addition de solvants volatils, de fluxants d'origine pétrolière, de fluxants carbochimiques et/ou de fluxants d'origine végétale.

Les bitumes utilisés peuvent aussi être des bitumes spéciaux comme les bitumes modifiés par ajout de polymères. A titre d'exemples de polymères pour bitume, on peut citer les élastomères tels que les copolymères SB, SBS, SIS, SBS*, SBR, EPDM, polychloroprène, polynorbornène et éventuellement les polyoléfines tels que les polyéthylènes PE, PEHD, le polypropylène PP, les plastomères tels que

les EVA, EMA, les copolymères d'oléfines et d'esters carboxyliques insaturés EBA, les copolymères polyoléfines élastomères, les polyoléfines du type polybutène, les copolymères de l'éthylène et d'esters de l'acide acrylique, méthacrylique ou de l'anhydride maléique, les copolymères et terpolymères d'éthylène et de méthacrylate de glycidyle les copolymères éthylène-propylène, les caoutchoucs, les polyisobutylènes, les SEBS, les ABS.

Le bitume peut aussi être un bitume de recyclage. Les bitumes peuvent être des bitumes de grade dur ou de grade mou. Les bitumes selon l'invention ont une pénétrabilité, mesurée à 25°C selon la norme EN 1426, comprise entre 5 et 300 1/10 mm, de préférence entre 10 et 100 1/10 mm, plus préférentiellement entre 30 et 100 1/10 mm.

Dans un mode de réalisation spécifique, le bitume représente de 90 à 99% en poids par rapport au poids total du liant de collage selon l'invention, et plus préférentiellement de 95% à 99% en poids.

Les avantages présentés par les liants de collage selon l'invention sont les suivants :

De très bonnes propriétés de collage, le liant de collage présentant une contrainte maximale avant et après vieillissement de 3 mois à 70°C, supérieure ou égale à 1 MPa, ainsi qu'une TBA élevée supérieure ou égale à 80°C ;

Abaissement de la température de collage due à une viscosité faible, permettant d'éviter l'émission de fumées sur chantier, une baisse de la consommation d'énergie et une réduction du temps d'application ;

Avantage économique : l'utilisation combinée de l'additif et de l'adjuvant polymère oléfinique permet de diminuer significativement la quantité globale d'additif dans le liant de collage, et donc de réduire le coût de fabrication du liant de collage, tout en conservant les mêmes performances de collage.

Avantageusement, l'utilisation selon l'invention concerne le collage de modules photovoltaïques notamment légers, sur un support à équiper.

Le collage selon l'invention permet notamment de maîtriser la température maximale à appliquer sur le module.

Selon un autre objet, la présente invention concerne également un procédé de fixation de module photovoltaïques sur un support à équiper comprenant :

- La pose dudit module sur ledit support, au moyen d'un liant de collage bitumineux,

Ledit procédé étant caractérisé en ce que :

ledit liant comprend au moins un additif organogélateur tel que défini ci-avant,
et en ce que

le procédé comprend une étape de chauffage du liant de collage bitumineux
au-dessus de sa température de ramollissement lors de l'application dudit
module sur ledit support.

On entend par l'expression « température de ramollissement », la température (C°)
à partir de laquelle un bitume ou liant bitumineux commence à devenir élastique.
Elle fait donc référence au point de ramollissement, et peut être typiquement
déterminé par l'essai bille anneau, par exemple selon la méthode décrite selon la
norme NF EN1427.

Selon un mode de réalisation, ledit procédé comprend l'étape préliminaire
d'application d'une membrane d'étanchéité bitumineuse sur ledit support à équiper.
Par conséquent, selon ce mode de réalisation, le module sera appliqué sur la
membrane d'étanchéité bitumineuse, au moyen d'un liant de collage bitumineux.

Typiquement, le liant de collage peut être appliqué sur tout ou partie de la surface à
appliquer du module. Typiquement, pour les modules avec cadre, le liant peut être
appliqué sur toute la surface à appliquer du cadre, c'est-à-dire celle destinée à être
en contact avec le support à équiper ou la membrane d'étanchéité bitumineuse.
Alternativement, il peut être suffisant d'appliquer le liant sur la surface des coins du
cadre. Cette application peut être réalisée par tout moyen d'encollage, par exemple
au moyen d'un pinceau ou couteau.

Selon un mode de réalisation, ledit liant de collage est préalablement encollé
sur la surface à coller dudit module photovoltaïque. Un tel module est appelé ici
« module prêt pour fixation » ou « module pré-encollé ».

Ainsi, selon un autre objet, l'invention concerne également un module
photovoltaïque prêt pour fixation comprenant sur sa surface à appliquer (destinée
par exemple audit support ou à ladite membrane) une couche de liant de collage
bitumineux comprenant au moins un additif organogélateur tel que défini ci-avant.

Selon un mode de réalisation alternatif, le module photovoltaïque est
préalablement fixé à une membrane d'étanchéité, au moyen dudit liant de collage,

ce système pouvant ensuite être fixé sur le support à équiper. Un tel module peut être qualifié ici de « module prêt pour équipement ».

Selon un autre objet, la présente invention concerne donc encore le système comprenant :

- 5 - un module photovoltaïque ;
- une membrane d'étanchéité,
- ledit module et ladite membrane étant fixés par encollage du liant de collage bitumineux comprenant au moins un additif organogélateur tel que défini ci-avant.

10

Selon un mode de réalisation alternatif, ledit liant de collage est appliqué *in situ* sur ladite membrane d'étanchéité et/ou ledit module et/ou ledit support lors de la pose dudit module.

15

Le procédé selon l'invention peut s'appliquer sur tout type de support, par exemple un support non bitumineux, en particulier du béton, du bois, de l'acier, et un matériau isolant, ou encore sur des empilements collés tels que les empilements isolant/phonique et ou thermique/collage/membrane d'étanchéité/collage/module.

20

Selon un mode de réalisation particulier, la membrane d'étanchéité peut être appliquée par tout procédé connu.

Le procédé de l'invention comprend le chauffage du liant de collage à une température de mise en œuvre, puis l'application dudit liant de collage à une température d'application, sur le support, et/ou la membrane, et/ou encore sur le

25

Le procédé de collage du module est avantageusement un procédé de collage à chaud. Avantageusement, les températures de mise en œuvre et d'application sont inférieures à 190°C, de préférence inférieures à 170°C.

30

Par exemple, un procédé comprend les étapes successives suivantes :

35

- Chauffage du liant de collage selon l'invention, à une température de mise en œuvre inférieure à 190°C, de préférence inférieure à 180°C, plus préférentiellement inférieure ou égale à 160°C, selon tout procédé connu ; avantageusement le chauffage du liant de collage selon l'invention est réalisé à une température supérieure à 100°C, de préférence supérieure à 130°C, plus préférentiellement supérieure à 140°C. Il est

entendu que cette température de chauffage du liant vaut pour la mise en œuvre du chauffage, ainsi que l'application du liant sur le support à équiper et/ou membrane d'étanchéité et/ou module photovoltaïque.

- Application d'une couche dudit liant de collage, d'épaisseur comprise entre 0,1 et 3 mm, de préférence entre 0,5 et 1,5 mm, sur la membrane d'étanchéité.

Cette application peut être effectuée selon tout procédé connu, par exemple à l'aide d'un arrosoir, d'un couteau plat ou d'un pinceau ;

- Application d'un module photovoltaïque sur la couche de liant de collage sur la membrane d'étanchéité.

Selon une autre variante, un procédé comprend les étapes successives suivantes :

- Chauffage du liant de collage selon l'invention, à une température de mise en œuvre inférieure à 190°C, de préférence inférieure à 180°C, plus préférentiellement inférieure ou égale à 160°C, selon tout procédé connu,

- Application d'une couche dudit liant de collage, d'épaisseur comprise entre 0,1 et 3 mm, de préférence entre 0,5 et 1,5 mm, sur le module photovoltaïque, à une température d'application inférieure à 190°C, de préférence inférieure à 180°C, plus préférentiellement inférieure ou égale à 160°C, selon tout procédé connu, par exemple à l'aide d'un arrosoir, d'un bac de liant fondu, d'un couteau plat ou d'un pinceau ;

- Application de la face du module photovoltaïque ainsi revêtue.

Il est également entendu que le support à équiper peut être préalablement recouvert d'un isolant thermique, tel qu'une couche d'isolant à base de cellule de verre expansé, une laine de roche ou des polymères expansés ou extrudés.

Il est par ailleurs entendu que le liant de collage tel que décrit ci-avant peut également être utilisé à titre de liant de collage de revêtements d'ouvrages de travaux publics, de génie civil ou de bâtiments, de préférence, de revêtements sols et/ou murs, plus préférentiellement, de revêtements ou membranes d'étanchéité et/ou d'isolation, de panneaux ignifugés, des panneaux isolants thermiques et/ou phoniques et des plaques isolantes de mousses de verre expansé. Selon un mode de réalisation préférentiel, liant de collage peut être utilisé comme liant de collage à chaud de revêtements d'ouvrages de

travaux publics, de génie civil ou de bâtiments. Ainsi le liant de collage peut être également utilisé pour fixer :

- le support à équiper et l'éventuelle membrane d'étanchéité ; et/ou
- le support à équiper et l'éventuel isolant thermique, préalablement à la

5 fixation du module et/ou de la membrane d'étanchéité.

Ainsi, un procédé selon l'invention comprend les étapes successives suivantes :

- 10 - Chauffage du liant de collage décrit ci-dessus, à une température de mise en œuvre inférieure à 190°C, de préférence inférieure à 180°C, plus préférentiellement inférieure ou égale à 160°C, selon tout procédé connu. Par exemple, des pains du liant tel que décrit précédemment peuvent être chauffés dans un fondoir jusqu'à la température de mise en œuvre.
- 15 - Application d'une première couche dudit liant, d'épaisseur comprise entre 0,1 et 3 mm, de préférence entre 0,5 et 1,5mm, sur le support à équiper, par exemple le béton de la toiture. Le liant de collage est appliqué à une température d'application inférieure à 190°C, de préférence inférieure à 180°C, plus préférentiellement inférieure ou égale à 160°C, selon tout procédé connu.
- 20 - Mise en place de plaques isolantes de mousse de verre expansé sur la première couche de manière à recouvrir le support à équiper d'une couche uniforme isolante.
- Application d'une seconde couche de liant décrit ci-dessus, d'épaisseur comprise entre 0,1 et 3 mm, de préférence entre 0,5 et 1,5 mm, sur la couche de plaques isolantes. La composition bitumineuse est appliquée à une température d'application inférieure à 190°C, de préférence inférieure à 180°C, plus préférentiellement inférieure ou égale à 25 160°C, selon tout procédé connu.
- Application d'une membrane d'étanchéité ou du module photovoltaïque sur la seconde couche.

30 Selon un mode de réalisation avantageux, les modules photovoltaïques peuvent être démontés aisément, par décollage. Ce décollage peut être effectué par chauffage de la couche de liant de collage bitumineux qui avait été appliquée pour leur installation. Typiquement, le chauffage peut être réalisé à température supérieure à la température de ramollissement du liant de collage bitumineux. Ce démontage aisé permet notamment de remplacer des modules défectueux ou de démonter facilement l'installation (ensemble 35 des modules) en fin de production.

D'autres buts, caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront des exemples suivants, qui sont donnés à titre purement illustratif et nullement limitatif.

Figures :

5 [Fig. 1] La Figure 1 compare le collage sur module flexible avec une colle butyle et celui avec un Liant selon l'invention (Altek® Eco²B)

[Fig. 2] La Figure 2 compare le collage sur module flexible avec une colle butyle et celui avec un Liant selon l'invention (Altek® Eco²B)

10 Exemples

Essai de pelage en traction à 180 °C.

La presse de traction utilisée pour ces essais est un modèle LF Plus de la société LLOYD Instruments, équipée avec des mors de serrage adaptés.

15 La traction sur les éprouvettes se réalise à une vitesse de 100 mm/min. La course maximum de la machine dans cette configuration est de 90 mm.

Les éprouvettes sont conditionnées un minimum d'une heure à 25°C dans une étuve et testées dans l'enceinte climatique de la machine à la même température.

20 Le logiciel enregistre la courbe résultante et calcule différents paramètres. La force moyenne de pelage entre deux limites exprimée en N peut être ainsi déterminée.

1. Echantillons

Les échantillons suivants sont utilisés :

25 [Tableau 1]

| Référence échantillon | Désignation |
|------------------------|-----------------------------------------------------------|
| Cell-But (comparatif) | module photovoltaïque flexible Préencollée au butyle |
| Cell'-But (comparatif) | module photovoltaïque semi-flexible Préencollée au butyle |
| Cell | module photovoltaïque flexible |
| Cell' | module photovoltaïque semi-flexible |
| But | Plaque de colle butyle |
| Liant | Liant de collage selon l'invention |

Le liant de collage utilisé est un Altek® Eco²B additive à 1.5% d'acide sébacique. Ses propriétés organogel ont été vérifiées à l'aide d'une mesure de texturométrie à 50°C. La valeur obtenue est de 30 N ce qui est conforme à la valeur attendue sur ce type de formulations.

5

2. Réalisation des essais

2.1 Préparation des éprouvettes

10

Des morceaux de modules photovoltaïques de 4x8 cm ont été découpés : Les modules semi-flexibles sont découpés à la scie à métaux, les modules flexibles peuvent quant à eux être découpés au massicot.

15

Sur chaque morceau de module photovoltaïque une surface de 4x6 cm est encollée, soit à l'aide de morceaux de colle butyle (But) découpés à la bonne dimension, soit à l'aide du liant de collage (Liant) sur la surface définie précédemment.

Les éprouvettes sont réalisées avec le liant de collage comme décrit ci-dessous :

20

- Préparation et protection de la surface et des tranches des modules photovoltaïques ;
- Retrait du film protecteur (protection qui empêche le rouleau de membrane de se recollé sur lui-même) sur la partie basse des bandes de membranes d'étanchéité ;

25

- Préparation et protection de la surface et des tranches de chaque bande de membranes d'étanchéité ; et Pré-assemblage du couple membrane/cellule photovoltaïque et encollage de la zone prévue au liant par coulage du liant sur la membrane d'étanchéité bitumineuse (pour éviter que le coulage du bitume chaud sur le module photovoltaïque ne dégrade les propriétés la cellule) à 150°C;

30

- Chaque élément a été pesé avant et après collage pour avoir un estimatif précis de l'épaisseur de colle déposée. On observe une épaisseur de colle relativement homogène de réalisation des éprouvettes :

35

[Tableau 2]

| | | |
|--|-----------------|-------------------------------------|
| | Réf pour essais | Epaisseur d'Altek® ECO ² |
|--|-----------------|-------------------------------------|

17

| | | (mm) |
|-------|---|------|
| Cell | A | 1,38 |
| | B | 1,34 |
| | C | 1,22 |
| | D | 1,43 |
| | E | 1,20 |
| | F | 1,20 |
| Cell' | G | 1,37 |
| | H | 1,29 |
| | I | 1,22 |
| | J | 1,28 |
| | K | 1,19 |
| | L | 1,32 |

Récapitulatif des épaisseurs de colle Altek® Eco²B pour chaque éprouvette

Dans les essais à la colle butyle : l'application est réalisée comme un ruban adhésif double face entre le module photovoltaïque et la membrane bitumineuse

5

2.2 Essais et résultats.

Les éprouvettes sont mises en place dans la presse avant essai de pelage à 180° dans l'enceinte machine régulée à 25°C.

10

Le tableau ci-dessous résume tous les essais réalisés et le type de décollement observé.

15

[Tableau 3]

| | Référence produits | Type de décollement | Condition d'arrêt de l'essai | Force de pelage (N) | Plage de mesure de Force de pelage |
|--------------------|--------------------|---------------------|------------------------------|---------------------|------------------------------------|
| Cellule Flexible + | Cell-But (1) | Cohésif | Limite machine | 56,46 | 20-70 mm |
| | Cell-But (2) | Cohésif | Limite machine | 51,03 | 20-70 |

| | | | | | |
|---------------------------------------------|-----------------|-----------------------------------------|----------------------------------------------------|-------|-------------|
| Butyle | | | | | mm |
| | Cell-But (3) | Cohésif | Limite machine | 46,56 | 20-70 mm |
| | Cell-But (4) | Cohésif | Limite machine | 48,06 | 20-70 mm |
| | Cell-But (5) | Cohésif | Limite machine | 51,29 | 20-70 mm |
| | Cell-But (6) | Cohésif | Limite machine | 50,51 | 20-70 mm |
| Cellule semi- flexible + butyle | Cell'-But (1') | Cohésif | Limite machine | 50,58 | 20-70 mm |
| | Cell'-But (2') | Cohésif | Limite machine | 53,17 | 20-70 mm |
| | Cell'-But (3') | Cohésif | Limite machine | 49,50 | 20-70 mm |
| | Cell-But (4') | Cohésif | Eprouvette qui lâche du mors avant fin essai | 48,43 | 20-45 mm |
| | Cell'-But (5') | Cohésif | Limite machine | 54,10 | 20-70 mm |
| | Cell'-But (6') | Cohésif | Limite machine | 51,41 | 20-70 mm |
| Cellule flexible + Altek® ECO²B | Cell-Liant (A) | Cohésif | Limite machine | 77,33 | 20-70 mm |
| | Cell-Liant (B) | Cohésif | Limite machine | 81,24 | 20-70 mm |
| | Cell-Liant (C) | Cohésif | Limite machine | 86,86 | 20-70 mm |
| | Cell-Liant (D) | Cohésif | Limite machine | 83,84 | 20-70 mm |
| | Cell-Liant (E) | Cohésif | Limite machine | 80,57 | 20-70 mm |
| | Cell-Liant (F) | Cohésif | Limite machine | 77,67 | 20-70 mm |
| Cellule | Cell'-Liant (G) | Mesure impossible éprouvette endommagée | | | |

19

| | | | | | |
|--------------------------------------------------------|-----------------|---------|----------------------------------------------------|-------|-------------|
| semi- flexible + Altek® ECO ² B | Cell'-Liant (H) | Cohésif | Limite machine | 90,17 | 20-70 mm |
| | Cell'-Liant (I) | Cohésif | Limite machine | 99,73 | 20-70 mm |
| | Cell'-Liant (J) | Cohésif | Eprouvette qui lâche du mors avant fin essai | 86,36 | 20-65 mm |
| | Cell'-Liant (K) | Cohésif | Limite machine | 84,79 | 20-70 mm |
| | Cell'-Liant (L) | Cohésif | Limite machine | 85,08 | 20-70 mm |

Synthèse des essais réalisés

Les décollements sont tous de types cohésifs avec un décollement qui a lieu à l'interface colle/membrane.

5

[Tableau 4]

| | Cell-But | Cell'-Butyle | Cell-Liant | Cell'-Liant |
|-----------------------------|----------|--------------|------------|-------------|
| Force moyenne de pelage (N) | 50,65 | 51,20 | 81,25 | 89,22 |

Tableau 4 Récapitulatif des forces moyennes de pelage par couplage de produit

Le tableau ci-dessus et la Figure 1 montrent la différence de performance entre la colle butyle (ensemble de courbes à 50,65 N de moyenne) et la colle Altek® Eco²B (ensemble de courbe à 81.25 N de moyenne) sur des modules flexibles.

10

Le tableau ci-dessus et la Figure 2 montrent la différence de performance entre la colle butyle (ensemble de courbes à 51,20 N de moyenne) et la colle Altek® Eco²B (ensemble de courbe à 89.22 N de moyenne) sur des modules semi-flexibles.

15

Les résultats obtenus démontrent donc qu'indépendamment de la nature du module (flexible ou semi-flexible), le collage des modules photovoltaïques au moyen du liant de collage selon l'invention présente une efficacité supérieure par rapport au collage des modules avec une colle butyle.

20

REVENDICATIONS

1. Utilisation d'un liant de collage bitumineux pour fixer un module photovoltaïque sur un support à équiper, caractérisée en ce que le liant de collage bitumineux comprend au moins un additif organogélateur.

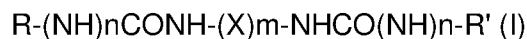
2. Utilisation selon la revendication 1, telle que ledit liant est utilisé pour fixer ledit module photovoltaïque à une membrane d'étanchéité destinée à être appliquée sur ledit support.

3. Utilisation selon la revendication 1 ou 2 telle que ledit liant comprend :

- un bitume ;
 - au moins un additif organogélateur,
- et optionnellement, un adjuvant polymère oléfinique fonctionnalisé par au moins des groupements fonctionnels glycidyle.

4. Utilisation selon la revendication 1, 2 ou 3 telle que ledit additif organogélateur est choisi parmi les composés suivants ou leurs mélanges :

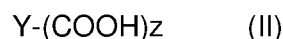
- les composés de formule (I) :



les groupements R et R', identiques ou différents, contiennent une chaîne hydrocarbonée saturée ou insaturée, linéaire, ramifiée ou cyclique, comprenant de 1 à 22 atomes de carbone, éventuellement substituée, et comprenant éventuellement des hétéroatomes, des cycles et/ou des hétérocycles ; le groupement X contient une chaîne hydrocarbonée, saturée ou insaturée, linéaire, cyclique ou ramifiée, comprenant de 1 à 22 atomes de carbone, éventuellement substituée, et comprenant éventuellement des hétéroatomes, des cycles et/ou des hétérocycles ;

n et m sont des entiers ayant une valeur de 0 ou 1 indépendamment l'un de l'autre

- les composés de formule (II)



dans laquelle Y est une chaîne hydrocarbonée linéaire ou ramifiée, saturée ou insaturée comprenant de 4 à 68 atomes de

21

carbone, de préférence de 4 à 54 atomes de carbone, plus préférentiellement de 4 à 36 atomes de carbone et z un entier variant de 1 à 4, de préférence de 2 à 4 ;

- les composés de formule générale (III) :



où Ar1 et Ar2 représentent indépendamment l'un de l'autre un noyau benzène ou un système de noyaux aromatiques condensés de 6 à 20 atomes de carbones, substitués par au moins un groupe hydroxyle, et Z représente un radical divalent éventuellement substitué, dont la chaîne principale comprend de 6 à 20 atomes de carbone et au moins un groupe amide et/ou ester.

5. Utilisation selon l'une quelconque des revendications précédentes, telle que ledit additif organogélateur est choisi parmi Irganox®, l'acide sébacique et leurs mélanges.

6. Procédé de fixation de modules photovoltaïques sur un support à équiper comprenant :

- la pose dudit module, au moyen d'un liant de collage bitumineux, ledit procédé étant caractérisé en ce que :
ledit liant comprend au moins un additif organogélateur tel que défini selon l'une quelconque des revendications précédentes, et en ce que le procédé comprend une étape de chauffage du liant de collage bitumineux au-dessus de sa température de ramollissement lors de l'application dudit module.

7. Procédé selon la revendication 6 tel que ledit procédé comprend en outre, préalablement à l'étape de pose du module, l'étape d'application d'une membrane d'étanchéité bitumineuse sur ledit support à équiper.

8. Procédé selon la revendication 6 ou 7, tel que ledit liant de collage est préalablement encollé sur la surface à coller dudit module photovoltaïque.

9. Procédé selon la revendication 6 ou 7 tel que ledit liant de collage est appliqué *in situ* sur ledit support à équiper ou sur ladite membrane d'étanchéité, préalablement à la pose dudit module.

5 10. Procédé selon l'une quelconque des revendications 5 à 9 tel que ledit module photovoltaïque est un module léger.

 11. Procédé selon l'une quelconque des revendications 5 à 10 tel que ledit support est une toiture légère.

10 12. Module photovoltaïque prêt pour fixation comprenant sur sa surface à appliquer une couche de liant de collage bitumineux comprenant au moins un additif organogélateur tel que défini selon l'une quelconque des revendications 1 à 5.

15 13. Système comprenant :
 - un module photovoltaïque ;
 - une membrane d'étanchéité,
 - ledit module et ladite membrane étant fixés par encollage d'un liant de
20 collage bitumineux comprenant au moins un additif organogélateur tel que défini selon l'une quelconque des revendications 1 à 5.

25

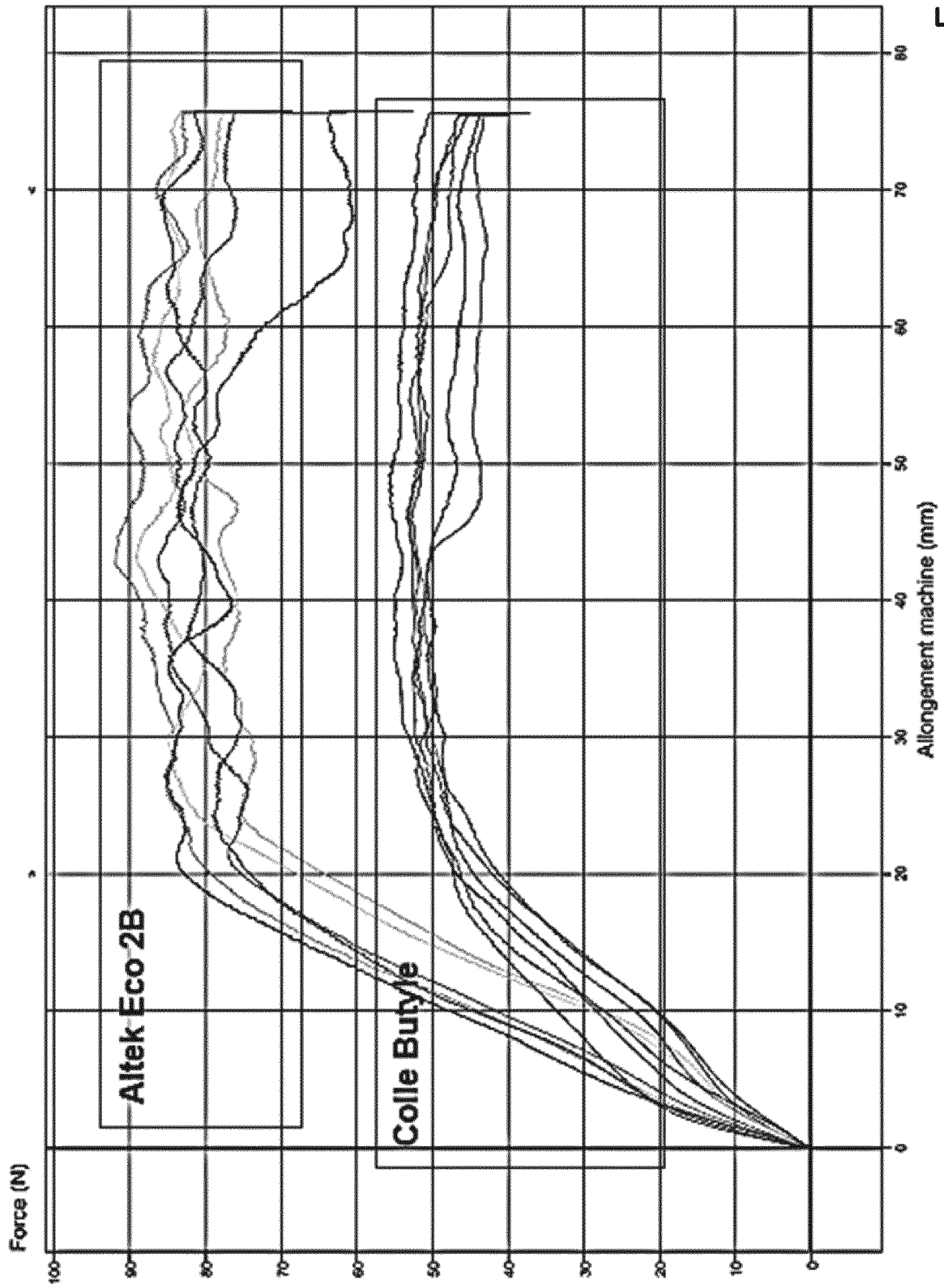


FIG.1

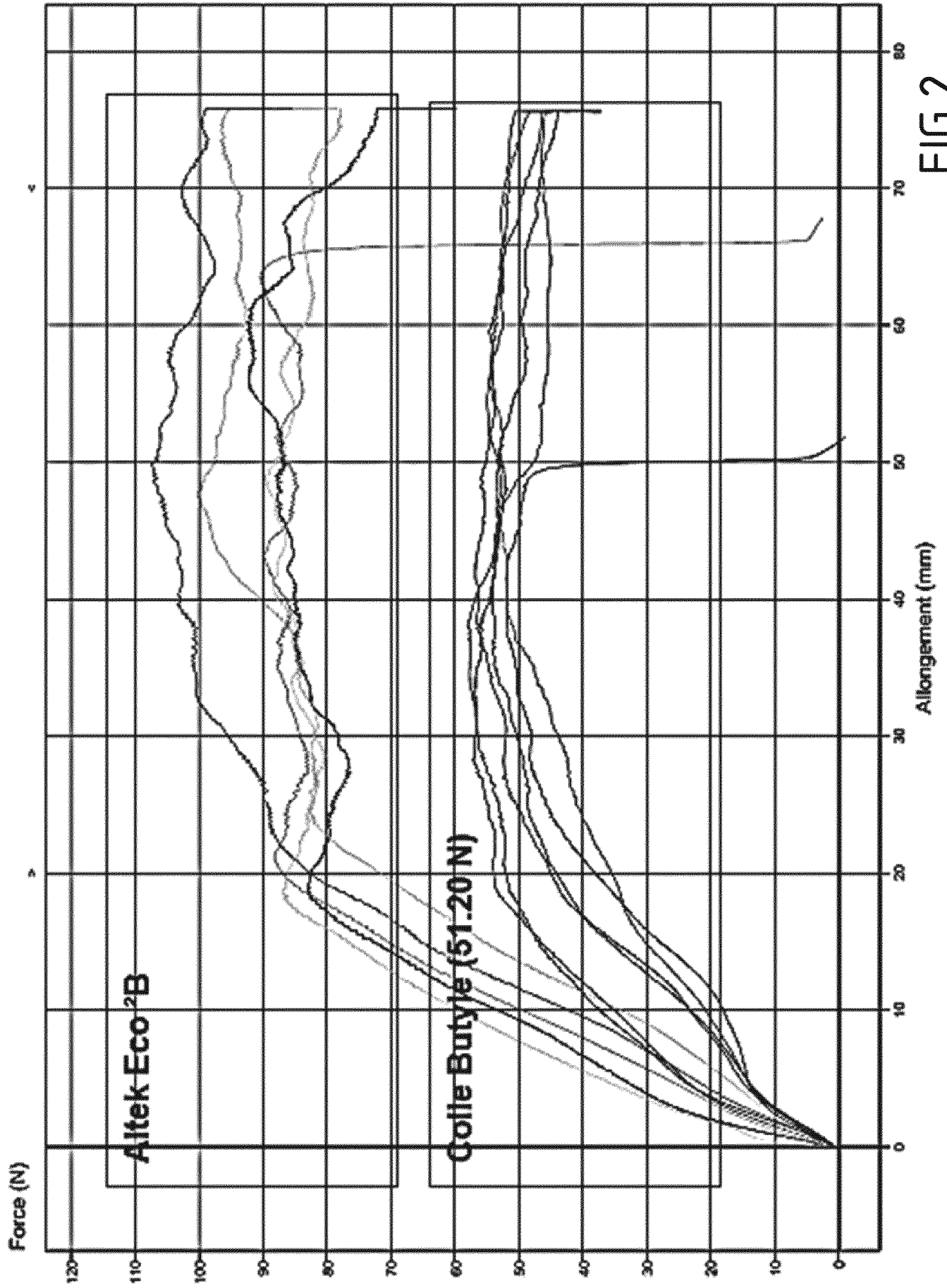


FIG.2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2021/058072

| | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>C08L 95/00</i> (2006.01)j According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC | | |
| B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) C08L Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal | | |
| C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT | | |
| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
| A | FR 3024285 A1 (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE [FR]; COLAS SA [FR]) 29 January 2016 (2016-01-29) page 13, lines 13-16 | 1-13 |
| <input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex. | | |
| <p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>“&” document member of the same patent family</p> | | |
| Date of the actual completion of the international search 02 June 2021 | | Date of mailing of the international search report 16 June 2021 |
| Name and mailing address of the ISA/EP European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016 | | Authorized officer Trauner, H Telephone No. |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

| |
|-----------------------------------------------------------|
| International application No. PCT/EP2021/058072 |
|-----------------------------------------------------------|

| Patent document cited in search report | | | Publication date (day/month/year) | Patent family member(s) | | | Publication date (day/month/year) |
|----------------------------------------|---------|----|-----------------------------------|-------------------------|-------------|----|-----------------------------------|
| FR | 3024285 | A1 | 29 January 2016 | AU | 2015295494 | A1 | 16 February 2017 |
| | | | | CA | 2955884 | A1 | 04 February 2016 |
| | | | | DK | 3175547 | T3 | 13 August 2018 |
| | | | | EP | 3175547 | A1 | 07 June 2017 |
| | | | | ES | 2683544 | T3 | 26 September 2018 |
| | | | | FR | 3024285 | A1 | 29 January 2016 |
| | | | | HU | E038931 | T2 | 28 December 2018 |
| | | | | JP | 6677709 | B2 | 08 April 2020 |
| | | | | JP | 2017524253 | A | 24 August 2017 |
| | | | | KR | 20170033430 | A | 24 March 2017 |
| | | | | MA | 40209 | B1 | 31 August 2018 |
| | | | | PL | 3175547 | T3 | 31 October 2018 |
| | | | | PT | 3175547 | T | 03 August 2018 |
| | | | | SI | 3175547 | T1 | 30 November 2018 |
| | | | | TR | 201811127 | T4 | 27 August 2018 |
| | | | | US | 2017213926 | A1 | 27 July 2017 |
| | | | | WO | 2016016165 | A1 | 04 February 2016 |

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/EP2021/058072

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
 INV. C08L95/00
 ADD.

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
 C08L

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)
 EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

| Catégorie* | Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents | no. des revendications visées |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| A | FR 3 024 285 A1 (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE [FR]; COLAS SA [FR]) 29 janvier 2016 (2016-01-29) page 13, lignes 13-16 ----- | 1-13 |

Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents
 Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent</p> <p>"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date</p> <p>"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)</p> <p>"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens</p> <p>"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée</p> | <p>"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention</p> <p>"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément</p> <p>"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier</p> <p>"&" document qui fait partie de la même famille de brevets</p> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée 2 juin 2021 | Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 16/06/2021 |
| Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016 | Fonctionnaire autorisé Trauner, H |

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2021/058072

| Document brevet cité au rapport de recherche | | Date de publication | Membre(s) de la famille de brevet(s) | | Date de publication |
|-------------------------------------------------|----|------------------------|-----------------------------------------|---------------|------------------------|
| FR 3024285 | A1 | 29-01-2016 | AU | 2015295494 A1 | 16-02-2017 |
| | | | CA | 2955884 A1 | 04-02-2016 |
| | | | DK | 3175547 T3 | 13-08-2018 |
| | | | EP | 3175547 A1 | 07-06-2017 |
| | | | ES | 2683544 T3 | 26-09-2018 |
| | | | FR | 3024285 A1 | 29-01-2016 |
| | | | HU | E038931 T2 | 28-12-2018 |
| | | | JP | 6677709 B2 | 08-04-2020 |
| | | | JP | 2017524253 A | 24-08-2017 |
| | | | KR | 20170033430 A | 24-03-2017 |
| | | | MA | 40209 B1 | 31-08-2018 |
| | | | PL | 3175547 T3 | 31-10-2018 |
| | | | PT | 3175547 T | 03-08-2018 |
| | | | SI | 3175547 T1 | 30-11-2018 |
| | | | TR | 201811127 T4 | 27-08-2018 |
| | | | US | 2017213926 A1 | 27-07-2017 |
| | | | WO | 2016016165 A1 | 04-02-2016 |
