

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

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international

(43) Date de la publication internationale
16 janvier 2025 (16.01.2025)



(10) Numéro de publication internationale
WO 2025/012575 A1

(51) Classification internationale des brevets :
B29B 15/12 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2024/050950

(22) Date de dépôt international :
11 juillet 2024 (11.07.2024)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
FR2307504 13 juillet 2023 (13.07.2023) FR

(71) Déposant : COMPAGNIE GENERALE DES ETABLISSEMENTS MICHELIN [FR/FR] ; 23 place des Carmes-Déchaux, 63000 CLERMONT FERRAND (FR).

(72) Inventeur : SCHNYDER, Mark ; MANUFACTURE FRANCAISE DES PNEUMATIQUES MICHELIN Service juridique- Propriété Intellectuelle DCJ/PI- Site de LA-DOUX - F35 23 place des Carmes Déchaux, 63040 CLERMONT-FERRAND CEDEX 09 (FR).

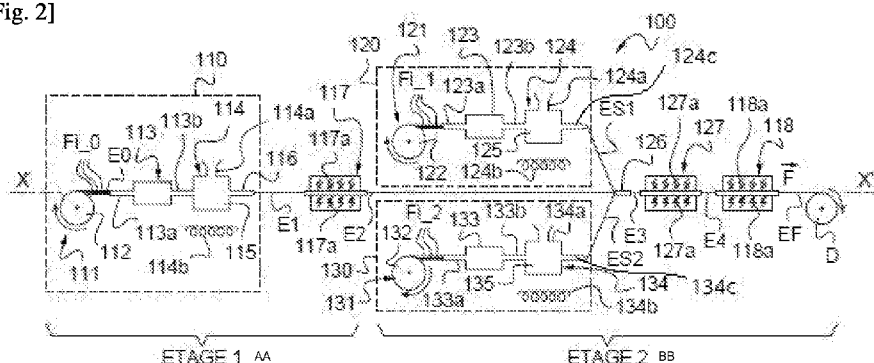
(74) Mandataire : THON, Julien et al. ; CASALONGA, 31 rue de Fleurus, 75006 PARIS (FR).

(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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO,

(54) Title: SYSTEM AND PROCESS FOR THE CONTINUOUS MANUFACTURING OF AN ELONGATE COMPOSITE PART

(54) Titre : INSTALLATION ET PROCÉDÉ DE FABRICATION EN CONTINU D'UN ÉLÉMENT COMPOSITE LONGILIGNE

[Fig. 2]



AA Stage 1
BB Stage 2

(57) Abstract: A system (100) for the continuous manufacturing of an elongate composite part (EF) comprising a bundle of multifilament fibers impregnated with a polymerizable material, the system comprising N stages, with N being greater than or equal to 2, and a translational drive device (D) for advancing the bundle of multifilament fibers to make same successively travel through the N stages, each stage comprising, in the direction of travel of the bundle of multifilament fibers: at least one module (110, 120, 130) for preparing multifilament fibers impregnated with polymerizable material; at least one calibration nozzle (116, 126); and at least one radiation device (117, 118, 127) which is located downstream of the calibration nozzle and through which the multi-filament fibers impregnated with polymerizable material travel and which is configured to carry out a partial or total polymerization.

(57) Abrégé : Installation (100) de fabrication en continu d'un élément composite longiligne (EF) comportant un faisceau de fibres multifilamentaires imprégné d'une matière polymérisable, l'installation comprenant N étages, avec N supérieur ou égal à 2 et un dispositif (D) d'entraînement en translation pour entraîner le faisceau de fibres multifilamentaires pour réaliser successivement le passage dans les N étages, chaque étage comprenant, dans la direction d'avancement du faisceau de fibres multifilamentaires au moins un module (110, 120, 130) de préparation de fibres multifilamentaires imprégnées de matière polymérisable; au moins une buse de calibration (116, 126); et au moins un dispositif de rayonnement (117, 118, 127) disposé en aval de la buse de calibration et à travers lequel circule les fibres multifilamentaires imprégnées de matière polymérisable et configuré pour réaliser une polymérisation partielle ou totale.

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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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).

Publiée:

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

DESCRIPTION

TITRE : Installation et procédé de fabrication en continu d'un élément composite longiligne

5

La présente invention concerne le domaine de la fabrication en continu de matériaux composites longilignes réalisés par imprégnation d'une composition polymérisable de fibres multifilamentaires.

10 Plus particulièrement, la présente invention concerne une installation et un procédé de fabrication de composites sous forme de monobrins comportant des fibres multifilamentaires continues, unidirectionnelles et noyées dans une résine polymérisable.

La présente invention se rapporte plus particulièrement, mais non exclusivement, à la fabrication de monobrins en composite verre
15 résine, d'acronyme « CVR », présentant des hautes propriétés mécaniques.

De tels matériaux composites longilignes peuvent être utilisés sous forme de renforts composites utilisables, notamment, pour le renforcement de produits semi-finis ou d'articles finis en caoutchouc tels
20 que des bandages pour véhicules, par exemple de type pneumatiques ou non pneumatiques ou encore dans des applications de renfort en béton, chenilles pour motoneige, structures tubulaires, etc...

On connaît le document EP 1 174 250 – A1 qui décrit un procédé de fabrication en continu de monobrins en CVR comportant les étapes
25 suivantes :

- réaliser un arrangement rectiligne de fibres de verre et entraîner cet arrangement dans une direction d'avancement ;
- dégazer l'arrangement de fibres par l'action de vide dans une chambre à vide ;
- 30 - en sortie de la chambre à vide, après dégazage, traverser une chambre d'imprégnation remplie de résine de manière à imprégner ledit arrangement de fibres par une résine à l'état liquide pour obtenir un imprégné contenant les fibres et la résine ;

- faire passer ledit imprégné au travers d'une filière de calibrage ayant une section de surface et de forme prédéfinies, pour lui imposer une forme de monobrin ; et

5 - en aval de la filière de calibrage, dans une chambre d'irradiation, stabiliser, solidifier le monobrin par photopolymérisation de la résine dans un dispositif à rayonnement UV et/ou IR

L'expérience montre toutefois que les monobrins en CVR décrits peuvent encore être améliorés.

10 Généralement, en référence à la figure 1, un dispositif 1 de fabrication d'un monobrin en composite verre-résine comprend une bobine 10 contenant des fibres de verre 11 sous forme de multifilaments et déroulée en continu par entraînement selon la flèche F par un moyen d'entraînement (non représenté), de manière à réaliser un arrangement rectiligne 12 de ces fibres 11.

15 L'arrangement 12 traverse ensuite une chambre à vide 13 disposée entre une tubulure d'entrée 13a et une tubulure de sortie 13b et une chambre d'imprégnation 14 en aval de la tubulure de sortie 13b et remplie de composition d'imprégnation 15 à base d'une résine durcissable. Le dispositif 1 comprend en outre une filière de calibrage 20 16 en sortie de la chambre d'imprégnation 14 de manière à former un monobrin 17 et un dispositif de rayonnement 18 comprenant, par exemple un tube de protection 18a à travers lequel circule le monobrin composite 17 et une pluralité d'irradiateurs UV 18b en ligne afin d'obtenir un monobrin polymérisé 19. Le dispositif de rayonnement 18 25 comprend en outre un système d'injection d'azote (non représenté).

On peut se référer à cet égard au document FR 3 009 226 – B1 qui décrit un procédé de fabrication d'un monobrin en composite verre-résine utilisant ce type de dispositif de fabrication.

30 Toutefois, la polymérisation à cœur du monobrin imprégné par des lampes UV n'est pas satisfaisante.

On connaît aussi le document FR 3 117 061 - B1 qui décrit un procédé et un dispositif de fabrication de composites à base de fibres multifilamentaires comprenant des moyens permettant de réaliser un arrangement de fibres multifilamentaires sous forme de plusieurs brins

individuels, une chambre à vide et une chambre d'imprégnation dans laquelle on fait passer tous les brins individuels, une pluralité de filières de polymérisation partielle dans lesquelles on fait passer les brins imprégnés, une filière de calibration apte à former un monobrin à partir
5 des brins individuels imprégnés et un dispositif à rayonnement UV et/ou IR dans lequel on réalise la polymérisation finale du monobrin. Chaque filière de polymérisation comprend une lampe annulaire à LEDs dirigées axialement par rapport au brin imprégné et un réflecteur destiné à diriger le rayonnement émis par les LEDs radialement vers le brin
10 imprégné.

Dans ce document, les fibres réparties en plusieurs brins sont introduites dans la chambre d'imprégnation en les faisant passer par différents orifices d'une plaque de séparation et en ressortent par des orifices traversants une plaque de sortie, de manière à ce que les brins
15 parcourent des trajets linéaires et parallèles entre eux d'une plaque à l'autre en étant parallèles à l'axe longitudinal du dispositif. Le nombre d'orifices correspond au nombre de brins qui composent le faisceau.

Une telle solution est particulièrement radialement encombrante puisque la section de la chambre d'imprégnation est directement proportionnelle au nombre de brins individuels composant le faisceau
20 multifilamentaires et donc au diamètre du monobrin final. Le rayon des brins individuels augmente avec la racine du nombre de brins individuels. Il n'est donc pas possible d'augmenter le diamètre du monobrin final sans augmenter l'encombrement radial du dispositif de fabrication.
25

Par ailleurs, une telle solution présente un risque d'encrassement des réflecteurs et des LEDs dans les filières de polymérisation, ce qui dégrade fortement les performances du dispositif de fabrication.

Ainsi, il existe un besoin de remédier aux inconvénients précités.

30 L'invention a pour objectif d'optimiser la polymérisation des monobrins composites afin de faciliter l'accès et la maintenance de l'installation, de réduire la dimension radiale de l'installation, d'augmenter la fiabilité de la production, de permettre l'augmentation

de la section transversale du monobrin final tout en conservant une vitesse de production élevée.

La présente invention a pour objet une installation de fabrication en continu d'un élément composite longiligne comportant un faisceau
5 de fibres multifilamentaires imprégné d'une composition à base d'une matière polymérisable.

L'installation comprend N étages de fabrication d'un élément composite, avec N supérieur ou égal à 2 et un dispositif d'entraînement en translation configuré pour entraîner en translation le faisceau de
10 fibres multifilamentaires pour réaliser successivement le passage dans les N étages.

Chaque étage comprend, dans la direction d'avancement du faisceau de fibres multifilamentaires :
- au moins un module de préparation de fibres multifilamentaires
15 imprégnées de matière polymérisable ;
- au moins une buse de calibration ; et
- au moins un dispositif de rayonnement disposé en aval de la buse de calibration et à travers lequel circule les fibres multifilamentaires imprégnées de matière polymérisable et configuré pour réaliser une
20 polymérisation partielle ou totale pour former un monobrin composite.

Ainsi, chaque étage de fabrication d'un monobrin composite comprend une chambre de dégazage, une chambre d'imprégnation, afin de n'imprégner que les fibres multifilamentaires nécessaires pour réaliser l'étape de polymérisation partielle ou finale.

25 Une telle installation permet de facilement ajouter des modules de préparation supplémentaires, et plus généralement des étages de fabrication d'un monobrin composite en vue d'augmenter le diamètre du brin composite final.

Au lieu de prendre tous les fils et de les imprégner en même
30 temps, on va imprégner que ceux nécessaires pour la couche à polymériser. Cela permet de réduire la dimension de la chambre à vide et d'imprégnation, directement proportionnelle au nombre de fibres et donc au diamètre final du monobrin.

Une telle installation permet également de remplacer et/ou d'ajouter des dispositifs de polymérisation afin d'augmenter la section transversale du monobrin composite final.

5 Une telle polymérisation étagée permet d'obtenir un monobrin composite de diamètre compris entre 10mm et 30mm avec une cadence comprise entre 10m/min et 50m/min, par exemple 30m/min.

Par ailleurs, une telle installation permet de laisser l'accès aux buses de calibrage et aux dispositifs à rayonnement, qui ne sont pas entourées de fibres imprégnées contrairement à l'art antérieur connu, ce
10 qui facilite leur remplacement ou maintenance en cas de besoin.

Les fibres multifilamentaires imprégnées peuvent être sous forme de monobrin ou de faisceaux de fibres.

Les chambres à vide et les chambres d'imprégnation peuvent être, par exemple, dotées de couvercles afin de faciliter le nettoyage et
15 la mise en place des fibres multifilamentaires.

Par « élément composite longiligne », on entend un élément composite de grande longueur comportant un faisceau de fibres multifilamentaires noyées dans une composition à base d'une matière polymérisable, que l'on fabrique de manière continue à partir de
20 plusieurs bobines d'alimentation en fibres multifilamentaires pour former un faisceau qui est entraîné en translation pour réaliser successivement l'imprégnation de matière polymérisable de ses fibres et la polymérisation de la matière au fur et à mesure du déplacement du faisceau.

25 Par « fibre multifilamentaire », on comprend une fibre qui comprend plusieurs filaments élémentaires F_i agencés côte à côte pour former un faisceau dont les fibres élémentaires sont unidirectionnelles en étant sensiblement parallèles entre elles.

Les fibres multifilamentaires peuvent être choisies dans le
30 groupe constitué par les fibres de verre, de carbone, de silice, de céramique, de lin, de chanvre, de basalte, de cellulose, etc.... Ces fibres multifilamentaires sont utilisées pour réaliser des composites longilignes réalisées par imprégnation d'une composition polymérisable des fibres multifilamentaires.

La matière polymérisable peut être du type thermodurcissable, de préférence thermoréticulable, de préférence de type vinylester. Par matière polymérisable, on entend une matière comportant, en poids, plus de 50% de préférence plus de 75%, de matière organique et encore plus préférentiellement plus de 90% de matière organique.

Ainsi, cette matière peut être une matière polymérique thermopolymérisable par exemple à base de polyester insaturé, de polyépoxyde, de dérivé phénolique, ou d'aminoplaste. De préférence, la matière polymérisable est réticulée.

Par exemple, la matière polymérisable est une résine réticulable par rayonnement ionisant, la polymérisation finale pouvant être déclenchée et contrôlée aisément au moyen d'un traitement ionisant, par exemple de type UV.

La température T_g de transition vitreuse de la matière polymérisable est de préférence supérieure ou égale à 130°C, par exemple supérieure à 170°C, de préférence supérieure ou égale à 180°C.

Par exemple, l'élément composite final est un monobrin comportant des fibres multifilamentaires noyées dans une matière polymérisable, telle qu'une résine thermodurcissable.

Le monobrin composite final peut prendre toute forme connue, il peut s'agir, par exemple, d'un monobrin cylindrique de diamètre important, par exemple compris entre 10mm et 30mm ou un monobrin cylindrique de petit diamètre, par exemple compris entre 0.5mm à 2.5mm

Les filaments élémentaires ont, par exemple, chacun un diamètre moyen compris entre 5 μ m et 30 μ m.

L'installation de l'invention permet, bien entendu la fabrication de monobrins de section transversale circulaire, rectangulaire, ovale, elliptique, tubulaire, etc..., et dont les dimensions circonférentielles peuvent être supérieures à 30 mm.

Le dispositif d'entraînement est, par exemple, du type comportant un tambour de traction motorisé permettant d'enrouler l'élément composite autour de son axe ou comportant deux tambours motorisés se faisant face, en étant espacés d'une distance

correspondante au moins égale à l'épaisseur de l'élément composite et qui tournent en sens contraires pour entraîner l'élément composite final, par friction, en an mouvement de translation, en le faisant passer dans l'espace situé entre les deux tambours.

5 Avantageusement, l'installation comprend au moins un premier étage de fabrication d'un monobrin composite principal et un deuxième étage de fabrication d'un monobrin composite.

Le deuxième étage forme par exemple un étage final.

10 Avantageusement, le premier étage de fabrication du monobrin composite principal comprend, dans la direction d'avancement du faisceau de fibres multifilamentaires :

- un dispositif d'alimentation comprenant, par exemple, plusieurs bobines d'alimentation en filaments élémentaires pour former un faisceau de fibres multifilamentaires ;
- 15 - une chambre à vide ou chambre de dégazage disposée par exemple entre une buse d'entrée et une buse de séparation ;
- une chambre d'imprégnation en aval de chambre à vide et notamment de la buse de séparation et remplie d'une composition d'imprégnation à base d'une matière polymérisable ;
- 20 - une première filière de calibrage en sortie de la chambre d'imprégnation de manière à former un premier monobrin imprégné de matière polymérisable ; et
- un premier dispositif de rayonnement configuré pour polymériser partiellement ou complètement le premier monobrin imprégné de
- 25 matière polymérisable et pour former un monobrin composite principal.

Par « polymérisation partielle ou pré polymérisation, on entend que le degré de polymérisation des fibres multifilamentaires imprégnées a atteint entre 0.5% et 5% de la polymérisation complète.

30 A titre d'exemple nullement limitatif, le degré à rayonnement peut être évalué à l'aide d'un instrument de mesure de type « DSC », d'acronyme de « Differential Scanning Calorimetry » en termes anglo-saxons.

La polymérisation dite « complète » ou « finale » du composite est obtenue lorsque le degré de polymérisation de la matière

polymérisable est proche de 100%, de préférence supérieur ou égal à 95% de la polymérisation complète.

Par exemple, le deuxième étage de fabrication du monobrin composite comprend, dans la direction d'avancement du faisceau de fibres multifilamentaires :

- au moins un module de préparation de fibres multifilamentaires imprégnées supplémentaires ou secondaires,
- une deuxième filière de calibrage configurée pour recevoir les fibres multifilamentaires supplémentaires provenant du module de préparation de fibres multifilamentaires imprégnées supplémentaires, par exemple sous forme de monobrin ou de faisceau, et le monobrin composite principal de manière à former un premier monobrin intermédiaire ; et au moins
- un dispositif de rayonnement final située en aval de la filière de calibrage, à travers lequel circule le premier monobrin intermédiaire et configuré pour réaliser une polymérisation complète ou finale dudit premier monobrin intermédiaire et former un monobrin composite final.

En variante, on pourrait prévoir d'ajouter un dispositif de rayonnement supplémentaire en aval de la deuxième filière de calibrage et en amont du dispositif de rayonnement final. Le dispositif de rayonnement supplémentaire est configuré pour réaliser une polymérisation partielle ou intermédiaire du premier monobrin intermédiaire et pour former un deuxième monobrin pré-polymérisé ou deuxième monobrin intermédiaire.

Selon encore une autre variante, on pourrait prévoir d'ajouter un deuxième dispositif de rayonnement supplémentaire disposé entre le premier dispositif à rayonnement supplémentaire et le dispositif à rayonnement final. Le deuxième dispositif de rayonnement supplémentaire comprend une source lumineuse supplémentaire, par exemple à rayonnement ultra-violet.

Selon un autre mode de réalisation, l'installation comprend un troisième étage de fabrication du monobrin composite final et le deuxième étage est configuré pour fabriquer un deuxième monobrin composite intermédiaire, le deuxième étage comprenant, dans la

direction d'avancement des fibres multifilamentaires :
- au moins un module de préparation de fibres multifilamentaires imprégnées supplémentaires ou secondaires,
- une deuxième filière de calibrage configurée pour recevoir les fibres multifilamentaires supplémentaires provenant du module de préparation de fibres multifilamentaires imprégnées supplémentaires et le monobrin composite principal de manière à former un premier monobrin intermédiaire ; et au moins
- un premier dispositif intermédiaire de rayonnement situé en aval de la deuxième filière de calibrage et configuré pour réaliser une polymérisation partielle ou intermédiaire du premier monobrin intermédiaire et pour former un deuxième monobrin intermédiaire.

Le deuxième étage forme ici un étage intermédiaire et le troisième étage forme ici un étage final.

Par exemple, le troisième étage comprend, dans la direction d'avancement des fibres multifilamentaires :
- au moins un module de préparation de fibres multifilamentaires imprégnées supplémentaires ou secondaires,
- une troisième filière de calibrage configurée pour recevoir les fibres multifilamentaires supplémentaires provenant du module de préparation de fibres multifilamentaires imprégnées supplémentaires et le deuxième monobrin intermédiaire de manière à former un troisième monobrin intermédiaire ; et au moins
- un dispositif de rayonnement final situé en aval de la troisième filière de calibrage, à travers lequel circule le troisième monobrin intermédiaire et configuré pour réaliser une polymérisation complète ou finale dudit troisième monobrin intermédiaire et former un monobrin composite final.

En variante, le troisième étage pourrait comprendre entre la troisième filière de calibrage et le dispositif de rayonnement final, un premier dispositif à rayonnement supplémentaire situé en aval de la troisième filière de calibrage et configuré pour réaliser une polymérisation partielle ou intermédiaire du troisième monobrin intermédiaire et pour former un monobrin pré-polymérisé. Dans ce cas,

le dispositif de rayonnement final est configuré pour réaliser une polymérisation complète ou finale dudit monobrin pré-polymérisé et former un monobrin composite final.

5 Selon encore une autre variante, on pourrait prévoir d'ajouter, dans le troisième étage, un deuxième dispositif de rayonnement supplémentaire disposé entre le premier dispositif à rayonnement supplémentaire et le dispositif à rayonnement final. Le deuxième dispositif de rayonnement supplémentaire comprend une source lumineuse supplémentaire, par exemple à rayonnement ultra-violet.

10 Par exemple, le premier dispositif à rayonnement comprend une première source lumineuse à rayonnement ultra-violet.

Selon un mode de réalisation, dans lequel le dernier étage comprend un dispositif de rayonnement final et au moins un premier dispositif de rayonnement supplémentaire disposé en amont dudit
15 dispositif de rayonnement final, le dispositif de rayonnement final comprend une source lumineuse finale au moins à rayonnement infrarouge avantageusement pour terminer la polymérisation du faisceau de fibres multifilamentaires imprégné pré polymérisé.

20 De préférence, la source lumineuse finale est configurée pour émettre uniquement un rayonnement infrarouge, de longueur d'onde comprise entre $1\mu\text{m}$ et $3\mu\text{m}$.

Selon un mode de réalisation, dans lequel le dernier étage comprend uniquement un dispositif de rayonnement final, le dispositif de rayonnement final comprend une source lumineuse finale configurée
25 pour émettre à la fois un rayonnement infrarouge et un rayonnement ultra-violet.

Par exemple, la première source lumineuse à rayonnement ultra-violet et/ou la source lumineuse supplémentaire /ou la source lumineuse finale peut comprendre une pluralité de diodes électroluminescentes,
30 d'acronyme LED, de préférence dirigées radialement vers les fibres multifilamentaires imprégnées, de préférence par l'intermédiaire de réflecteurs

En variante, la première source lumineuse et/ou la source lumineuse supplémentaire et/ou la source lumineuse finale pourrait

comprendre une pluralité de lampes à vapeur de mercure configurée pour émettre au moins un rayonnement ultraviolet à large spectre UV, et un rayonnement infrarouge.

5 L'utilisation des tubes de protection permet de protéger les sources de rayonnement des vapeurs et des éclaboussures éventuelles.

Par ailleurs, l'utilisation de LEDs peut permettre de diminuer le rejet des vapeurs styrène, de réduire l'encrassement du tube de protection, et de réduire les variations d'intensité lumineuse dans le temps, ce qui permet d'obtenir une polymérisation plus constante du faisceau de fibres multifilamentaires.

10 Par ailleurs, les LEDs ont une durée de vie plus importante et une consommation énergétique inférieure ou similaire que les lampes à vapeur de mercure et peuvent diminuer le rejet de vapeurs de styrène dans l'atmosphère.

15 Le dispositif de rayonnement final est distinct du premier dispositif de rayonnement et du dispositif de rayonnement supplémentaire.

20 La durée d'exposition du faisceau de fibres multifilamentaires imprégné à la première source lumineuse UV est comprise entre 0.2 s et 2s.

La puissance de la première source lumineuse UV est comprise entre 100Watts et 3000Watts.

25 Selon une autre variante, la source lumineuse finale peut comprendre la combinaison d'une pluralité de lampes à vapeur de mercure configurée pour émettre au moins un rayonnement ultraviolet à large spectre UV, et un rayonnement infrarouge et d'un dispositif à rayonnement infrarouge configuré pour émettre uniquement un rayonnement infrarouge de longueur d'onde du rayonnement infrarouge comprise entre 1 μ m et 3 μ m.

30 Selon une autre variante, la source lumineuse finale peut comprendre une combinaison d'une pluralité de diodes électroluminescentes, d'acronyme LED, et d'une pluralité de lampes à vapeur de mercure configurée pour émettre au moins un rayonnement ultraviolet à large spectre UV, et un rayonnement infrarouge.

Selon encore une autre variante, la source lumineuse finale peut comprendre la combinaison de lampes UV à vapeur de mercure, de LEDs et d'un rayonnement infrarouge.

5 Selon un mode de réalisation, dans lequel le dernier étage comprend un dispositif de rayonnement final et au moins un premier dispositif de rayonnement supplémentaire disposé en amont dudit dispositif de rayonnement final, la durée d'exposition du monobrin intermédiaire à la source supplémentaire lumineuse UV est comprise entre 0.5s et 9s.

10 Dans ce cas, la puissance de la source supplémentaire lumineuse UV est comprise entre 1.1kW et 98kW.

Dans ce cas, la durée d'exposition du monobrin pré-polymérisé à la source lumineuse finale IR est comprise entre 2.6s et 23s et la puissance de la source lumineuse finale IR est comprise entre 2.2kW et 15 98kW.

Dans le cas où le dernier étage comprend uniquement un dispositif de rayonnement final, la durée d'exposition du monobrin pré-polymérisé à la source lumineuse finale est comprise entre 4s et 12s et la puissance de la source lumineuse finale est comprise entre 8.7kW et 20 130kW.

Une telle installation est particulièrement avantageuse pour fabriquer un monobrin composite à partir d'un faisceau de fibres multifilamentaires de multifilamentaires de grand diamètre, compris entre 10mm et 30mm. En effet, du fait que le faisceau de fibres multifilamentaires de grand diamètre garde plus longtemps de la 25 chaleur, il n'est pas nécessaire de terminer tout de suite la polymérisation après la polymérisation partielle par la source lumineuse à rayonnement UV. On peut alors, ajouter des faisceaux de fibres multifilamentaires au faisceau principal de fibres multifilamentaires avant de procéder à la polymérisation finale par des rayons UV et IR. 30

Par ailleurs, en fin de processus, en sortie du dispositif de rayonnement final, grâce au diamètre important du monobrin composite final, la polymérisation pourrait se terminer grâce à l'exothermie du monobrin.

Avantageusement, le module de préparation des fibres multifilamentaires imprégnées supplémentaires ou secondaires comprend un dispositif d'alimentation pour former des fibres multifilamentaires, sous forme de faisceau ou de monobrin, une chambre à vide ou chambre de dégazage et une chambre d'imprégnation en aval de chambre à vide et remplie d'une composition d'imprégnation à base d'une matière polymérisable.

Par exemple, le deuxième étage de fabrication du monobrin composite final comprend deux modules supplémentaires agencés en parallèle. En variante, on pourrait prévoir que le deuxième étage de fabrication ne comprenne qu'un seul module ou plus de deux modules supplémentaires.

Avantageusement, chaque étage de fabrication du monobrin composite comprend un dispositif de chauffage associé à la chambre d'imprégnation correspondante et configuré pour chauffer la matière polymérisable présente dans ladite chambre d'imprégnation à une température comprise entre 50°C et 95°C, de préférence 60°C à 80°C.

Selon un second aspect, l'invention concerne un procédé de fabrication en continu d'un élément composite longiligne comportant un faisceau de fibres multifilamentaires imprégné d'une composition à base d'une matière polymérisable, comportant les étapes successives suivantes :

- fabrication d'un monobrin principal dans un premier étage de fabrication ; et au moins
- fabrication d'un deuxième monobrin dans un deuxième étage fabrication.

Avantageusement, chaque étage de fabrication d'un monobrin composite comprend une étape de préparation de fibres multifilamentaires imprégnées comprenant les étapes successives suivantes :

- alimentation de filaments élémentaires pour former des fibres multifilamentaires,
- dégazage, dans une chambre à vide, des fibres multifilamentaires,
- imprégnation des fibres multifilamentaires d'une composition à base

d'une matière polymérisable contenue dans une chambre d'imprégnation remplie avec ladite composition, et
- calibrage des fibres multifilamentaires imprégnées, via une filière de calibrage de manière à former un monobrin imprégné de matière polymérisable.

Par exemple, lors de l'étape de fabrication d'un monobrin principal, le monobrin imprégné est polymérisé partiellement dans un premier dispositif de rayonnement pour former un monobrin principal de matière polymérisable.

Par exemple, lors de l'étape de fabrication d'un deuxième monobrin :

- le monobrin principal est associé à des fibres multifilamentaires supplémentaires provenant d'au moins un module de préparation de fibres multifilamentaires imprégnées supplémentaires pour former un premier monobrin intermédiaire ;

- ledit premier monobrin intermédiaire est polymérisé dans un dispositif de rayonnement supplémentaire configuré pour réaliser une polymérisation partielle ou intermédiaire du premier monobrin intermédiaire et pour former un monobrin pré-polymérisé ou deuxième monobrin intermédiaire ; et

- ledit deuxième monobrin intermédiaire est polymérisé dans un dispositif de rayonnement final situé en aval du dispositif de rayonnement supplémentaire de polymérisation configuré pour réaliser une polymérisation complète ou finale dudit deuxième monobrin intermédiaire et former un monobrin composite final.

D'autres buts, caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description suivante, donnée uniquement à titre d'exemple non limitatif, et faite en référence aux dessins annexés sur lesquels :

[Fig.1]
représente très schématiquement une installation de fabrication d'un élément composite selon l'état de la technique ;

[Fig.2]
représente très schématiquement une installation de fabrication d'un

élément composite selon un premier mode de réalisation de l'invention ;

[Fig.3]

représente très schématiquement une installation de fabrication d'un
5 élément composite selon un deuxième mode de réalisation de l'invention ; et

[Fig.4]

est un organigramme illustrant certaines étapes du procédé de
fabrication d'un élément composite par une installation selon la figure
10 2.

La figure 2 illustre de manière schématique une installation 100
de fabrication d'un élément composite EF longiligne de grande
longueur.

Par « élément composite longiligne », on entend un élément
15 composite de grande longueur comportant un faisceau de fibres
multifilamentaires noyées dans une composition à base d'une matière
polymérisable, que l'on fabrique de manière continue à partir d'une ou
plusieurs bobines d'alimentation en fibres multifilamentaires Fi_0 pour
former un faisceau qui est entraîné en translation selon la flèche F pour
20 réaliser successivement l'imprégnation de matière polymérisable de ses
fibres et la polymérisation de la matière au fur et à mesure du
déplacement du faisceau.

Par « fibre multifilamentaire », on comprend une fibre qui
comprend plusieurs filaments élémentaires Fi agencés côte à côte pour
25 former un faisceau dont les fibres élémentaires sont unidirectionnelles
en étant sensiblement parallèles entre elles.

Les fibres multifilamentaires peuvent être choisies dans le
groupe constitué par les fibres de verre, de carbone, de silice, de
céramique, de lin, de chanvre, de basalte, de cellulose, etc.... Ces fibres
30 multifilamentaires sont utilisées pour réaliser des composites
longilignes réalisées par imprégnation d'une composition polymérisable
des fibres multifilamentaires.

La matière polymérisable peut être du type thermodurcissable,
de préférence thermoréticulable, de préférence de type vinylester. Par

matière polymérisable, on entend une matière comportant, en poids, plus de 50%, de préférence plus de 75%, de matière organique, de préférence plus de 95% de matière organique.

5 Ainsi, cette matière peut être une matière polymérique thermopolymérisable par exemple à base de polyester insaturé, de polyépoxyde, de dérivé phénolique, ou d'aminoplaste. De préférence, la matière polymérisable est réticulée.

10 Par exemple, la matière polymérisable est une résine réticulable par rayonnement ionisant, la polymérisation finale pouvant être déclenchée et contrôlée aisément au moyen d'un traitement ionisant, par exemple de type UV.

La température T_g de transition vitreuse de la matière polymérisable est de préférence supérieure ou égale à 130°C, par exemple supérieure à 170°C, de préférence supérieure ou égale à 180°C.

15 Dans l'exemple illustré sur les figures, l'élément composite EF est un monobrin comportant des fibres multifilamentaires noyées dans une matière polymérisable, telle qu'une résine thermodurcissable.

20 Le monobrin composite EF peut prendre toute forme connue, il peut s'agir, par exemple, d'un monobrin cylindrique de diamètre important, par exemple compris entre 10mm et 30mm ou un monobrin cylindrique de petit diamètre, par exemple compris entre 0.5mm à 2.5mm.

Les filaments élémentaires ont, par exemple, chacun un diamètre moyen compris entre 5 μ m et 30 μ m.

25 L'installation de l'invention permet, bien entendu la fabrication de monobrins de section transversale circulaire, rectangulaire, ovale, elliptique, tubulaire, etc....

30 Tel qu'illustré sur la figure 2, l'installation 100 de fabrication comprend, dans la direction d'avancement du faisceau de fibres multifilamentaires selon la flèche F, un premier étage ETAGE 1 de fabrication d'un monobrin composite principal E2, un deuxième étage ETAGE 2 de fabrication d'un monobrin composite final EF et un dispositif D d'entraînement en translation selon la flèche F configuré pour entraîner en translation le faisceau de fibres multifilamentaires

pour réaliser successivement le passage dans le premier et deuxième étage ETAGE 1, ETAGE 2. Le deuxième étage ETAGE 2 est ici un étage final.

5 Le dispositif d'entraînement D est, par exemple, du type comportant un tambour de traction motorisé permettant d'enrouler l'élément composite autour de son axe ou comportant deux tambours motorisés se faisant face, en étant espacés d'une distance correspondante au moins égale à l'épaisseur de l'élément composite et qui tournent en sens contraires pour entraîner l'élément composite EF, 10 par friction, en un mouvement de translation, en le faisant passer dans l'espace situé entre les deux tambours.

Tel qu'illustré, le premier étage ETAGE 1 de fabrication du monobrin composite principal E2 comprend, dans la direction d'avancement du faisceau de fibres multifilamentaires selon la flèche F : 15 F :

- un dispositif d'alimentation 111 comprenant ici une pluralité de bobines 112 d'alimentation en filaments élémentaires Fi_0 pour former un faisceau de fibres multifilamentaires E0,
- une chambre à vide 113 ou chambre de dégazage disposée entre 20 une buse d'entrée 113a et une buse de séparation 113b ;
- une chambre d'imprégnation 114 en aval de chambre à vide 113 et notamment de la buse de séparation 113b et remplie d'une composition d'imprégnation 115 à base d'une matière polymérisable ;
- une filière de calibrage 116 en sortie de la chambre 25 d'imprégnation 114 de manière à former un premier monobrin E1 imprégné de matière polymérisable ; et
- un premier dispositif de rayonnement 117 à travers lequel circule le premier monobrin E1 imprégné de matière polymérisable et configuré pour réaliser une polymérisation partielle ou complète du 30 premier monobrin E1 imprégné et pour former un monobrin composite principal E2.

Chaque bobine 112 permet d'alimenter une fibre multifilamentaire. Si l'étage 1 comporte neuf fibres multifilamentaires, le dispositif d'alimentation 111 comprend neuf bobines.

Tel qu'illustré, le deuxième étage ETAGE 2 de fabrication du monobrin composite final EF comprend, dans la direction d'avancement du faisceau de fibres multifilamentaires selon la flèche F :

5 - deux modules 120, 130 de préparation de fibres multifilamentaires imprégnées supplémentaires ou secondaires ES1, ES2, sous forme de faisceau ou de monobrin. Les deux modules supplémentaires 120, 130 sont agencés en parallèle ;

10 - une deuxième filière de calibrage 126 configurée pour recevoir les fibres multifilamentaires supplémentaires ES1, ES2 et le monobrin composite principal E2 de manière à former un premier monobrin intermédiaire E3 ;

15 - un dispositif de rayonnement supplémentaire 127 situé en aval de la deuxième filière de calibrage 126, à travers lequel circule le premier monobrin intermédiaire E3 et configuré pour réaliser une polymérisation partielle ou intermédiaire pour former un premier monobrin pré-polymérisé E4 ou deuxième monobrin intermédiaire ; et

20 - un dispositif de rayonnement final 118 situé en aval du dispositif de rayonnement supplémentaire 127, à travers lequel circule le premier monobrin pré-polymérisé E4 et configuré pour réaliser une polymérisation complète ou finale dudit monobrin E4 et former un monobrin composite final EF.

En variante, on pourrait prévoir qu'un seul module ou plus que deux modules de préparation de fibres multifilamentaires imprégnées supplémentaires ou secondaires.

25 De manière générale, le dispositif de rayonnement supplémentaire 127 est situé en aval du premier dispositif de rayonnement 117 et en amont du dispositif de rayonnement final 118.

30 En variante, on pourrait prévoir que le deuxième étage ETAGE 2 ne comprenne pas le dispositif de rayonnement supplémentaire 127. Dans ce cas, le dispositif de rayonnement final 118 est situé directement en aval de la deuxième filière de calibrage 126 et à travers lequel circule le premier monobrin intermédiaire E3. Le dispositif de rayonnement final 118 est ainsi configuré pour réaliser une polymérisation complète

ou finale dudit premier monobrin intermédiaire E3 et former un monobrin composite final EF.

Les modules supplémentaires 120, 130 de préparation de fibres multifilamentaires imprégnés supplémentaires ES1, ES2 sont
5 fonctionnellement identiques au module principal 110 de préparation du faisceau de fibres multifilamentaires imprégné E1.

De manière générale, chaque module supplémentaire 120, 130 comprend un dispositif d'alimentation 121, 131 comprenant plusieurs bobines 122, 132 d'alimentation en filaments élémentaires Fi_1, Fi_2
10 pour former respectivement les fibres multifilamentaires ES1, ES2.

Chaque module supplémentaire 120, 130 comprend en outre une chambre à vide 123, 133 disposée entre une buse d'entrée 123a, 133a et une buse de séparation 123b, 133b et une chambre d'imprégnation 124, 134 en aval de chambre à vide 123, 133 et notamment de la buse de
15 séparation 123b, 133b, remplie d'une composition d'imprégnation 125, 135 à base d'une matière polymérisable provenant d'un réservoir extérieur (non représenté) via un tuyau d'entrée 124a, 134a, et comprenant un dispositif de chauffage 124b, 134b. La chambre d'imprégnation 123, 133 est délimitée par la buse de séparation 123b, 133b de la chambre à vide 123, 133 et par une filière de sortie finale
20 124c, 134c.

Les fibres multifilamentaires supplémentaires ES1, ES2 sont dirigées vers le monobrin principal E2 à travers la deuxième filière de calibrage 126 de manière à former le premier monobrin intermédiaire
25 E3 imprégné de matière polymérisable et dont le monobrin principal E2 a déjà subi une polymérisation partielle ou complète dans le premier dispositif de rayonnement 117.

La chambre à vide 113 et la chambre d'imprégnation 114 du premier étage ETAGE 1, la première filière de calibrage 116, le premier
30 dispositif de rayonnement 117, la deuxième filière de calibrage 126, le dispositif de rayonnement supplémentaire 127 et le dispositif de rayonnement final 118 sont, ici, agencés selon un même axe correspondant à l'axe longitudinal X-X' de l'installation 100.

Chaque chambre à vide 113, 123, 133 est, de manière connue en soi, délimitée par une buse d'entrée 113a, 123a, 133a, rigide, munie d'un orifice traversant et une buse de séparation 113b, 123b, 133b, rigide, munie également d'un orifice traversant situé axialement en regard de l'orifice de la plaque d'entrée.

En variante, on pourrait prévoir que la buse d'entrée soit munie d'une pluralité d'orifices traversants et que la buse de séparation soit munie d'une pluralité d'orifices traversants. Chaque orifice traversant recevant une fibre ou plusieurs fibres.

Le faisceau de fibres multifilamentaires est introduit dans la chambre à vide correspondante 113, 123, 133 en le faisant passer par le ou les orifices de la buse d'entrée 113a, 123a, 133a et en ressortent par le ou les orifices traversant de la buse de séparation 113b, 123b, 133b.

Chaque chambre à vide 113, 123, 133 est reliée à une pompe à vide (non représentée) qui maintient un niveau de pression d'environ 0.2 bar, idéalement 0.1bar dans la chambre à vide correspondante 113, 123, 133, malgré le passage du faisceau de fibres multifilamentaires à travers les orifices ayant un diamètre supérieur à ceux du faisceau de fibres multifilamentaires qui les traverse.

Les chambres à vide 113, 123, 133 permettent de dégazer le faisceau de fibres multifilamentaires qui les traverse par l'action du vide et ainsi de renforcer l'efficacité de l'imprégnation ultérieure et surtout de garantir l'absence de bulles à l'intérieur du monobrin composite final.

Après traversée de la chambre à vide 113, 123, 133, le faisceau de fibres multifilamentaires entre dans la chambre d'imprégnation 114, 124, 134 qui est totalement pleine de matière polymérisable d'imprégnation, donc dépourvue d'air.

Chaque chambre d'imprégnation 114, 124, 134 est une enceinte étanche à l'air, délimitée par la buse de séparation 113b, 123b, 133b et la filière de sortie finale 116, 124c, 134c, rigide, munie également d'un ou de plusieurs orifices traversant situés axialement en regard du ou des orifices de la buse de séparation.

Chaque chambre d'imprégnation 114, 124, 134 est alimentée en matière polymérisable 115, 125, 135 provenant d'un réservoir extérieur (non représenté) via un tuyau d'entrée 114a, 124a, 134a, ici située en partie supérieure de ladite chambre d'imprégnation 114, 124, 134. En
5 variante, on pourrait prévoir le tuyau d'entrée en partie inférieure.

Chaque chambre d'imprégnation 114, 124, 134 peut également comprendre, par exemple sur sa partie inférieure, un tuyau d'évacuation (non représenté) de la matière polymérisable.

Chaque chambre d'imprégnation 114, 124, 134 est totalement
10 remplie de matière polymérisable de manière à ce que le faisceau de fibres multifilamentaires sortant de la chambre à vide 113, 123, 133 et qui la traverse en parcourant un trajet linéaire soit complètement imprégné de matière polymérisable.

Chaque chambre d'imprégnation 114, 124, 134 est associée à un
15 dispositif de chauffage 114b, 124b, 134b configuré pour chauffer la matière polymérisable à une température comprise entre 50°C et 95°C, de préférence entre 60°C et 80°C.

Ainsi, les fibres multifilamentaires imprégnées sortent de la chambre d'imprégnation correspondante 114, 124, 134 à une
20 température comprise entre 50°C et 95°C, de préférence entre 60 et 80°C avant de traverser les dispositifs de rayonnement 117, 127, 118.

Tel qu'illustré sur la figure 2, le dispositif d'alimentation 111, la chambre à vide 113 et la chambre d'imprégnation 114 forment ensemble un premier module 110 de préparation de fibres
25 multifilamentaires imprégnées, le dispositif d'alimentation 121, la chambre à vide 123 et la chambre d'imprégnation 124 forment ensemble un deuxième module 120 de préparation de fibres multifilamentaires imprégnées et le dispositif d'alimentation 131, la chambre à vide 133 et la chambre d'imprégnation 134 forment ensemble un troisième module
30 130 de préparation de fibres multifilamentaires imprégnées. Les modules 120, 130 sont des modules supplémentaires ou secondaires de préparation de fibres multifilamentaires imprégnées E1, ES1, ES2.

La première et la deuxième filières de calibrage 116, 126 sont, ici, sous la forme d'une buse de calibrage configurée pour mettre en

forme les fibres multifilamentaires sortant de la chambre d'imprégnation 114, 124, 134 pour former un monobrin de fibres multifilamentaires imprégné E1, E3.

5 En variante, on pourrait prévoir tout autre dispositif permettant la mise en forme de fibres multifilamentaires imprégnées avant la polymérisation dans les dispositifs rayonnement correspondants 117, 127.

10 Le premier dispositif de rayonnement 117 comprend une première source lumineuse à rayonnement ultra-violet 117a, d'acronyme UV.

15 La première source lumineuse à rayonnement ultra-violet 117a comprend, par exemple, une pluralité de diodes électroluminescentes (non représentées), d'acronyme LED, de préférence dirigées radialement vers le premier monobrin imprégné E1, avec ou sans réflecteurs pour optimiser l'irradiation.

20 La première source lumineuse à rayonnement ultra-violet 117a à LEDs est configurée pour émettre uniquement un rayonnement ultraviolet, monochromatique, dont les longueurs d'ondes disponibles sont les suivantes : 365nm, 385nm, 395nm, 405nm, et plus généralement comprises entre 200nm et 405nm.

25 De manière nullement limitative, le premier dispositif de rayonnement 117 peut comprendre un tube de protection (non référencé) des fibres multifilamentaires imprégnées E1 qui entrent dans le premier dispositif de rayonnement 117. Le tube de protection est, par exemple en quartz ou en verre et qui laisse passer les rayons ultra-violets, à travers lequel circule le monobrin en cours de formation, ce tube peut être parcouru par un courant de gaz inerte, de préférence de l'azote.

30 La première source lumineuse à rayonnement ultra-violet 117a à LEDs permet donc d'émettre un rayonnement radial et direct sur le premier monobrin imprégné E1, avec ou sans élément intermédiaire, comme un ou plusieurs réflecteurs.

En variante, la première source lumineuse à rayonnement ultra-violet 117a pourrait comprendre une pluralité de lampes à vapeur de

mercure configurée pour émettre un rayonnement ultraviolet à large spectre UV, un rayonnement infrarouge et une lumière visible.

5 L'utilisation de LEDs peut permettre de diminuer les vapeurs styrène, de réduire l'encrassement du tube de protection, et de réduire les variations d'intensité lumineuse, ce qui permet d'obtenir une polymérisation plus constante de fibres multifilamentaires.

10 Par ailleurs, les LEDs ont une durée de vie plus importante et une consommation énergétique inférieure ou similaire aux lampes à vapeur de mercure et rejettent moins de vapeurs de styrène dans l'atmosphère.

Le premier dispositif de rayonnement 117 est configuré pour polymériser partiellement ou totalement le premier monobrin imprégné E1 et délivrer un monobrin composite principal E2.

15 Par « polymérisation partielle ou pré polymérisation, on entend que le degré de polymérisation des fibres multifilamentaires imprégnées a atteint entre 0.5% et 5% de la polymérisation complète.

La durée d'exposition du faisceau de fibres multifilamentaires imprégné E1 à la première source lumineuse UV est comprise entre 0.2s et 2s.

20 La puissance de la première source lumineuse UV est comprise entre 100W et 3000W.

25 Le dispositif de rayonnement supplémentaire 127 comprend une source lumineuse supplémentaire à rayonnement ultra-violet 127a, d'acronyme UV disposée après la deuxième buse de calibration 127 et en amont du dispositif de rayonnement final 118.

30 Dans un exemple, la source lumineuse supplémentaire à rayonnement ultra-violet 127a du dispositif de rayonnement supplémentaire 127 comprend une pluralité de LEDs configurée pour émettre uniquement un rayonnement ultraviolet de longueur d'ondes comprise entre 365nm et 405nm.

En variante, on pourrait prévoir que la source lumineuse supplémentaire à rayonnement ultra-violet 127a du dispositif de rayonnement supplémentaire 127 comprenne une pluralité de lampes à

vapeur de mercure configurée pour émettre un rayonnement ultraviolet à large spectre UV combiné au moins à un rayonnement infrarouge.

Le dispositif de rayonnement supplémentaire 127 est configuré pour polymériser partiellement ou pré polymériser le premier monobrin
5 intermédiaire E3 et délivrer un monobrin pré-polymérisé E4.

La durée d'exposition du premier monobrin intermédiaire E3 à la source supplémentaire 127a lumineuse UV est comprise entre 0.5s et 9s.

La puissance de la source supplémentaire 127a lumineuse UV est
10 comprise entre 1.1kW et 98kW.

Le dispositif de rayonnement final 118 est distinct du premier dispositif de rayonnement 117 et du dispositif de rayonnement supplémentaire 127 pour former un monobrin composite final EF.

Le dispositif de rayonnement final 118 comprend une source
15 lumineuse finale configurée pour terminer la polymérisation du premier monobrin pré-polymérisé E4.

La polymérisation dite « complète » ou « finale » du composite est obtenue lorsque le degré de polymérisation de la matière polymérisable est proche de 100%, de préférence supérieur ou égal à
20 95%.

Par exemple, la source lumineuse finale est configurée pour émettre au moins un rayonnement infrarouge 118a, d'acronyme IR, et comprend, par exemple, une pluralité de lampes à infrarouge (non représentées), de préférence dirigées radialement vers le monobrin pré-
25 polymérisé E4.

Lorsque le deuxième étage comprend un dispositif de rayonnement supplémentaire 127, la source lumineuse finale 118a est configurée pour émettre uniquement un rayonnement infrarouge, de longueur d'onde comprise entre 1µm et 3µm. Pour les fibres de verres,
30 on privilégiera une source finale IR à longueur d'onde égale à 1µm.

La durée d'exposition du premier monobrin pré-polymérisé E4 à la source lumineuse finale 118a IR est comprise entre 2.6s et 23s.

La puissance de la source lumineuse finale 118a IR est comprise entre 2.2kW et 98kW.

En variante, lorsque le deuxième étage ne comprend pas de dispositif de rayonnement supplémentaire 127, la source lumineuse finale 118a est configurée pour émettre une combinaison de rayonnements ultraviolet et infrarouge.

5 Une telle installation est particulièrement avantageuse pour fabriquer un monobrin composite EF à partir d'un faisceau de fibres multifilamentaires de multifilamentaires de grand diamètre, compris entre 10mm et 30mm. En effet, du fait que le faisceau de fibres multifilamentaires de grand diamètre garde plus longtemps de la
10 chaleur, il n'est pas nécessaire de terminer tout de suite la polymérisation après la polymérisation partielle par la source lumineuse à rayonnement UV. On peut alors, ajouter des fibres multifilamentaires au monobrin principal avant de procéder à la polymérisation finale par une source lumineuse à rayonnement UV et infrarouge.

15 En variante, on pourrait prévoir d'ajouter un deuxième dispositif de rayonnement supplémentaire (non représenté) situé entre le dispositif de rayonnement final 118 et le premier dispositif de rayonnement supplémentaire 127 et comprenant une troisième source lumineuse à rayonnement ultra-violet.

20 Dans ce cas, on pourrait prévoir que la source lumineuse supplémentaire à rayonnement ultra-violet 127a du premier dispositif de rayonnement supplémentaire 127 comprenne une pluralité de LEDs configurée pour émettre uniquement un rayonnement ultraviolet de longueur d'ondes comprise entre 365nm et 405nm et que la troisième
25 source lumineuse à rayonnement ultra-violet comprenne une pluralité de lampes à vapeur de mercure configurée pour émettre un rayonnement ultraviolet à large spectre UV, un rayonnement infrarouge et une lumière visible.

30 En variante, on pourrait prévoir que la source lumineuse supplémentaire à rayonnement ultra-violet 127a du premier dispositif de rayonnement supplémentaire 127 comprenne une pluralité de lampes à vapeur de mercure configurée pour émettre un rayonnement ultraviolet à large spectre UV, un rayonnement infrarouge et une lumière visible et que la troisième source lumineuse à rayonnement ultra-violet comprenne

une pluralité de LEDs configurée pour émettre uniquement un rayonnement ultraviolet de longueur d'ondes comprise entre 365nm et 405.

5 En variante, on pourrait également prévoir que la source lumineuse supplémentaire à rayonnement ultra-violet 127a du premier dispositif de rayonnement supplémentaire 127 et la troisième source lumineuse à rayonnement ultra-violet comprennent chacune une pluralité de LEDs configurée pour émettre uniquement un rayonnement ultraviolet de longueur d'ondes comprise entre 365nm et 405nm.

10 Dans le mode de réalisation illustré sur la figure 3, dans lequel les mêmes éléments portent les mêmes références, l'installation 101 de fabrication d'un monobrin composite EF diffère uniquement du mode de réalisation illustré sur la figure 2 par le fait que l'installation 101 comprend un troisième étage ETAGE 3 de fabrication d'un monobrin composite.

15 Dans ce mode de réalisation, le premier étage ETAGE 1 est identique au premier étage ETAGE 1 décrit en référence à la figure 2 et le deuxième étage ETAGE 2 diffère du deuxième étage ETAGE 2 décrit en référence à la figure 2 uniquement par le fait qu'il ne comprend pas un dispositif de rayonnement final qui se retrouve dans le dernier étage ETAGE 3. Le deuxième étage ETAGE 2 forme ici un étage intermédiaire.

20 Ainsi, le premier monobrin pré-polymérisé E4 sortant du premier dispositif de rayonnement intermédiaire 127 forme un deuxième monobrin intermédiaire qui entre dans le troisième étage ETAGE 3.

Tel qu'illustré sur la figure 3, le troisième étage ETAGE 3 de fabrication du monobrin composite final EF comprend, dans la direction d'avancement du faisceau de fibres multifilamentaires selon la flèche F :

30 - une deuxième série de deux modules 140, 150 de préparation de fibres multifilamentaires imprégnées supplémentaires ou secondaires ES3, ES4. Les deux modules supplémentaires 140, 150 sont agencés en parallèle ;

- une troisième filière de calibrage 136 configurée pour recevoir les fibres multifilamentaires supplémentaires ES3, ES4 et le premier monobrin pré polymérisé E4 ou deuxième monobrin intermédiaire de manière à former un troisième monobrin intermédiaire E5 ;

5 - un deuxième dispositif de rayonnement supplémentaire 137 situé en aval de la deuxième filière de calibrage 126, à travers lequel circule le troisième monobrin intermédiaire E5 et configuré pour réaliser une polymérisation partielle ou intermédiaire pour former un deuxième monobrin pré-polymérisé E6 ; et

10 - un dispositif de rayonnement final 118 situé en aval du deuxième dispositif de rayonnement supplémentaire 137, à travers lequel circule le deuxième monobrin pré-polymérisé E6 et configuré pour réaliser une polymérisation complète ou finale dudit monobrin E6 et former un monobrin composite final EF.

15 En variante, on pourrait prévoir que le troisième étage ne comprenne pas de dispositif de rayonnement supplémentaire de sorte que le dispositif de rayonne final soit configuré pour réaliser une polymérisation complète ou finale du troisième monobrin intermédiaire E5.

20 En variante, on pourrait prévoir qu'un seul ou plus que deux modules de préparation de fibres multifilamentaires imprégnées supplémentaires ou secondaires.

 La deuxième série de modules supplémentaires 140, 150 de préparation de fibres multifilamentaires imprégnées supplémentaires
25 ES3, ES4 est fonctionnellement identique à la première série de modules supplémentaires 120, 130 de préparation de fibres multifilamentaires imprégnées supplémentaires ES1, ES2.

 La description complète de chacun de ces modules ne sera pas reprise pour ne pas alourdir la description.

30 De manière générale, chaque module supplémentaire 140, 150 de la deuxième série de modules supplémentaires comprend un dispositif d'alimentation 141, 151 comprenant ici plusieurs bobines 142, 152 d'alimentation en filaments élémentaires Fi_3, Fi_4 pour former respectivement des fibres multifilamentaires ES3, ES4.

Chaque module supplémentaire 140, 150 de la deuxième série de modules supplémentaires comprend en outre une chambre à vide 143, 153 disposée entre une buse d'entrée 143a, 153a et une buse de séparation 143b, 153b et une chambre d'imprégnation 144, 154 en aval de chambre à vide 143, 153 et notamment de la buse de séparation 143b, 153b, remplie d'une composition d'imprégnation 145, 155 à base d'une matière polymérisable provenant d'un réservoir extérieur (non représenté) via une buse d'entrée 144a, 154a, et comprenant un dispositif de chauffage 144b, 154b. La chambre d'imprégnation 144, 154 est délimitée par la buse de séparation 143b, 153b et par une filière de sortie finale 144c, 154c.

Les fibres multifilamentaires supplémentaires ES3, ES4 sont dirigées vers le monobrin pré-polymérisé E4 à travers la troisième filière de calibrage 136 de manière à former le troisième monobrin intermédiaire E5 imprégné de matière polymérisable et dont le premier monobrin pré polymérisé E4 ou deuxième monobrin intermédiaire a déjà subi une polymérisation partielle ou complète dans le premier dispositif de rayonnement supplémentaire 127.

Le deuxième dispositif de rayonnement supplémentaire de polymérisation 137 est distinct du premier dispositif de rayonnement 117, de premier dispositif de rayonnement supplémentaire 127 et du dispositif de rayonnement final 118.

Le premier dispositif de rayonnement 117 et le dispositif de rayonnement final 118 sont identiques à ceux décrits en référence à la figure 2 et ne seront pas davantage décrits ici.

Le deuxième dispositif de rayonnement supplémentaire 137 comprend une source lumineuse supplémentaire à rayonnement ultra-violet 137a, d'acronyme UV disposée après la troisième buse de calibration 137 et en amont du dispositif de rayonnement final 118.

Dans un exemple, la deuxième source lumineuse supplémentaire à rayonnement ultra-violet 137a du dispositif de rayonnement supplémentaire 137 comprend une pluralité de LEDs configurée pour émettre uniquement un rayonnement ultraviolet de longueur d'ondes comprise entre 365nm et 405nm.

En variante, on pourrait prévoir que la deuxième source lumineuse supplémentaire à rayonnement ultra-violet 137a du dispositif de rayonnement supplémentaire 137 comprenne une pluralité de lampes à vapeur de mercure configurée pour émettre un rayonnement ultraviolet à large spectre UV, un rayonnement.

Le dispositif de rayonnement supplémentaire 137 est configuré pour polymériser partiellement ou pré polymériser le troisième monobrin intermédiaire E5 et délivrer un deuxième monobrin imprégné pré-polymérisé E6.

La durée d'exposition du troisième monobrin intermédiaire E5 E5 à la deuxième source supplémentaire 137a lumineuse UV est comprise entre 0.5s et 9s.

La puissance de la deuxième source supplémentaire 137a lumineuse UV est, ici, comprise entre 1.1kW et 98kW.

L'installation a été décrite en référence à deux ou trois étages de fabrication de monobrins composites. De manière générale, l'installation comprend N étages de fabrication d'un monobrin composite, avec N supérieur ou égal à deux. Chaque étage de fabrication d'un monobrin composite comprend une chambre d'imprégnation, afin de n'imprégner que les fibres multifilamentaires nécessaires pour réaliser l'étape de polymérisation partielle ou finale.

Une telle installation permet de facilement ajouter des modules de préparation supplémentaires, et plus généralement des étages de fabrication d'un monobrin composite en vue d'augmenter le diamètre du brin composite final. Une telle installation permet également de remplacer et/ou d'ajouter des dispositifs de polymérisation afin d'augmenter la vitesse de production.

Une telle polymérisation étagée permet d'obtenir un monobrin composite de diamètre compris entre 10mm et 30mm.

Par ailleurs, une telle installation permet de laisser l'accès aux buses de calibrage et aux dispositifs de rayonnement, qui ne sont pas entourées de fibres imprégnées contrairement à l'art antérieur connu, ce qui facilite leur remplacement ou maintenance en cas de besoin.

Les chambres à vide 113, 123, 133, 143, 153 et les chambres d'imprégnation 114, 124, 134, 144, 154 selon l'invention sont, de préférence, dotées de couvercles afin de faciliter le nettoyage et la mise en place des fibres multifilamentaires.

5 Une telle installation permet une intégration facilitée de tubes de protection à l'intérieur des dispositifs de rayonnement.

Tel qu'illustré sur la figure 4, l'organigramme illustre les étapes d'un procédé 200 de fabrication d'un élément composite EF par l'installation selon la figure 2.

10 Le procédé 200 de fabrication comprend une première étape 210 de fabrication d'un monobrin principal E2 dans un premier étage ETAGE 1 de fabrication et un deuxième étage 220 de fabrication d'un monobrin final EF dans un deuxième étage ETAGE 2 de fabrication.

15 La première étape 210 de fabrication d'un monobrin principal E2 comprend les étapes successives suivantes :

- une étape 211 d'alimentation de filaments élémentaires pour former un faisceau de fibres multifilamentaires E0,
- une étape 212 de dégazage, dans une chambre à vide 113, du faisceau de fibres multifilamentaires E0,
- 20 - une étape 213 d'imprégnation lors de laquelle le faisceau de fibres multifilamentaires E0 est imprégné d'une composition à base d'une matière polymérisable contenue dans une chambre d'imprégnation 114 remplie avec ladite composition,
- une étape 214 de calibrage, via une première filière de calibrage 116 en sortie de la chambre d'imprégnation 114 de manière à former un premier monobrin E1 imprégné de matière polymérisable ; et
- 25 - une première étape de polymérisation 215 lors de laquelle le premier monobrin E1 imprégné de matière polymérisable circule à travers un premier dispositif de rayonnement 117 en vue d'une polymérisation partielle ou complète du premier monobrin E1 imprégné
- 30 et pour former un monobrin composite principal E2.

Tel qu'illustré, la deuxième étape 220 de fabrication d'un monobrin final EF comprend les étapes successives suivantes :

- deux étapes parallèles 230, 240 de préparation de fibres multifilamentaires imprégnées supplémentaires ou secondaires ES1, ES2,
 - une étape 224 de calibrage, via une deuxième filière de calibrage 126 située en sortie du premier dispositif de rayonnement 117 du premier étage ETAGE 1, lors de laquelle on réalise un premier monobrin intermédiaire E3 comprenant les fibres multifilamentaires supplémentaires ES1, ES2 et le monobrin composite principal E2 ; et
 - une étape de polymérisation supplémentaire 225 lors de laquelle le premier monobrin intermédiaire E3 circule à travers un dispositif de rayonnement supplémentaire 127 en vue d'une polymérisation partielle ou complète dudit premier monobrin intermédiaire E3 pour former un monobrin pré-polymérisé E4, et
 - une étape de polymérisation finale 226 lors de laquelle le monobrin pré-polymérisé E4 circule à travers un dispositif de rayonnement final 118 en vue d'une polymérisation finale dudit monobrin pré-polymérisé E4 pour former un monobrin final EF.
- Chaque étape 230, 240 de préparation des fibres multifilamentaires imprégnées supplémentaires ou secondaires ES1, ES2 comprend une étape 231, 241 d'alimentation de filaments élémentaires pour former un faisceau de fibres multifilamentaires, une étape 232, 242 de dégazage, dans une chambre à vide 123, 133 du faisceau de fibres multifilamentaires et une étape 233, 243 d'imprégnation lors de laquelle le faisceau rectiligne de fibres multifilamentaires est imprégné d'une composition à base d'une matière polymérisable contenue dans une chambre d'imprégnation 124, 134 remplie avec ladite composition.
- En variante, on pourrait prévoir qu'une seule ou plus que deux étapes de préparation des fibres multifilamentaires imprégnés supplémentaires ou secondaires.
- Après avoir traversé la chambre à vide 113, le faisceau de fibres multifilamentaires E0 entre dans la chambre d'imprégnation 114 qui est totalement pleine de matière polymérisable d'imprégnation, donc dépourvue d'air.

La chambre d'imprégnation 114 est alimentée en matière polymérisable 115 provenant d'un réservoir extérieur (non représenté) via un tuyau d'entrée 114a, ici situé en partie supérieure de ladite chambre d'imprégnation 114.

5 La chambre d'imprégnation 114 est totalement remplie de matière polymérisable de manière que le faisceau de fibres multifilamentaires sortant de la chambre à vide 113 et qui la traverse en parcourant un trajet linéaire soit complètement imprégné de matière polymérisable.

10 La chambre d'imprégnation 114 est associée à un dispositif de chauffage 114b configuré pour chauffer la matière polymérisable à une température comprise entre 50°C et 95°C, de préférence entre 60°C et 80°C.

15 Ainsi, les fibres multifilamentaires imprégnées sortent de la chambre d'imprégnation 114 à une température comprise entre 50°C et 95°C, de préférence entre 60°C et 80°C. avant de traverser le premier dispositif de rayonnement 117.

20 Lors de la première étape 225 de polymérisation, on polymérise partiellement ou totalement le monobrin imprégné de matière polymérisable E1 pour former un monobrin principal E2 en utilisant le premier dispositif de rayonnement 117 comprenant une première source lumineuse à rayonnement ultra-violet 117a, d'acronyme UV.

25 La première source lumineuse à rayonnement ultra-violet 117a est identique à celle décrite en référence à la figure 2 et ne sera pas davantage décrite ici.

La durée d'exposition du premier monobrin imprégné E1 à la première source lumineuse UV est comprise entre 0.2s et 2s.

La puissance de la première source lumineuse UV est comprise entre 100Watts et 3000Watts.

30 Lors de l'étape 225 de polymérisation supplémentaire, on polymérise le premier monobrin intermédiaire E3 comprenant les faisceaux de fibres multifilamentaires supplémentaires ES1, ES2 et le monobrin composite principal E2 en utilisant un dispositif de

rayonnement supplémentaire 127 comprenant une source lumineuse supplémentaire à rayonnement ultra-violet 127a, d'acronyme UV.

La durée d'exposition du premier monobrin intermédiaire E3 à la source lumineuse supplémentaire UV est comprise entre 0.5s et 9s.

5 La puissance de la source lumineuse supplémentaire UV est comprise entre 1.1kW et 98kW.

10 Lors de l'étape 226 de polymérisation finale, on polymérise le premier monobrin pré-polymérisé E4 en utilisant un dispositif de rayonnement final 118 comprenant une source lumineuse à rayonnement infrarouge, distincte et séparée du premier dispositif à rayonnement 117 et du dispositif à rayonnement supplémentaire 127.

La durée d'exposition du premier monobrin pré-polymérisé E4 à la source lumineuse finale IR est comprise entre 2.6s et 23s.

15 La puissance de la source lumineuse finale 118a est comprise entre 2.2kW et 98kW.

La source lumineuse finale 118a est identique à celle décrite en référence à la figure 2 et ne sera pas davantage décrite ici.

20 L'installation et le procédé de fabrication selon l'invention peuvent s'adapter tant à des installations existantes qu'à de nouvelles installations.

L'installation et le procédé de fabrication selon l'invention permettent d'obtenir des éléments composites ayant une section transversale de différentes tailles et cela à haute cadence de fabrication.

25 Par exemple, pour un composite CVR, on peut obtenir avec le procédé selon l'invention, des sections ayant un diamètre compris entre 10mm et 30mm pour une cadence d'environ 50m/min.

30 Par ailleurs, l'installation et le procédé de fabrication selon l'invention permettent de facilement ajouter des modules de préparation supplémentaires, et plus généralement des étages de fabrication d'un monobrin composite en vue d'augmenter le diamètre du brin composite final. Une telle installation permet également de remplacer et/ou d'ajouter des dispositifs de polymérisation afin d'augmenter la vitesse de production.

Par ailleurs, une telle installation permet de laisser l'accès aux buses de calibrage et aux dispositifs de polymérisation, qui ne sont pas entourées de fibres imprégnées contrairement à l'art antérieur connu, ce qui facilite leur remplacement ou maintenance en cas de besoin.

REVENDICATIONS

1. Installation (100, 101) de fabrication en continu d'un
5 élément composite longiligne (EF) comportant un faisceau de fibres multifilamentaires imprégné d'une composition à base d'une matière polymérisable, l'installation (100, 101) comprenant N étages (ETAGE 1, ETAGE 2, ETAGE 3) de fabrication d'un élément composite, avec N supérieur ou égal à 2 et un dispositif (D) d'entraînement en translation
10 configuré pour entraîner en translation le faisceau de fibres multifilamentaires pour réaliser successivement le passage dans les N étages, le premier étage (ETAGE 1) de fabrication d'un monobrin composite principal (E2) comprenant dans la direction d'avancement du faisceau de fibres multifilamentaires :
- 15 - un dispositif d'alimentation (111) configuré pour former un faisceau de fibres multifilamentaires (E0),
- une chambre à vide (113);
- une chambre d'imprégnation (114) en aval de chambre à vide (113) et remplie d'une composition d'imprégnation (115) à base d'une matière
20 polymérisable ;
- une première filière de calibrage (116) en sortie de la chambre d'imprégnation (114) de manière à former un premier monobrin (E1) imprégné de matière polymérisable ; et
- un premier dispositif de rayonnement (117) configuré pour polymériser
25 partiellement ou complètement le premier monobrin (E1) imprégné de matière polymérisable et pour former un monobrin composite principal (E2), caractérisé en ce que le deuxième étage (ETAGE2) de fabrication du monobrin composite (E4, EF) comprend, dans la direction d'avancement du faisceau de fibres multifilamentaires :
- 30 - au moins un module (120, 130) de préparation de fibres multifilamentaires imprégnées supplémentaires (ES1, ES2) comprenant un dispositif d'alimentation (121, 131) pour former un faisceau de fibres multifilamentaires, une chambre à vide (123, 133) et une chambre d'imprégnation (124, 134) en aval de chambre à vide (123, 133) et

remplie d'une composition d'imprégnation (125, 135) à base d'une matière polymérisable ;

- une deuxième filière de calibrage (126) configurée pour recevoir les fibres multifilamentaires supplémentaires (ES1, ES2) provenant du module (120, 130) de préparation des fibres multifilamentaires imprégnées supplémentaires et le monobrin composite principal (E2) de manière à former un premier monobrin intermédiaire (E3) ; et
- au moins un dispositif de rayonnement supplémentaire (127) situé en aval de la deuxième filière de calibrage (126), et à travers lequel circule le premier monobrin intermédiaire (E3) et configuré pour réaliser une polymérisation partielle dudit premier monobrin intermédiaire (E3) pour former un premier monobrin pré polymérisé (E4).

2. Installation (100) selon la revendication 1, dans lequel le deuxième étage (ETAGE2) comprend un dispositif de rayonnement final (118) situé en aval du dispositif de rayonnement supplémentaire (127) et configuré pour réaliser une polymérisation totale du premier monobrin pré polymérisé (E4) et former un monobrin composite final (EF).

3. Installation (101) selon la revendication 1, comprenant un troisième étage (ETAGE 3) de fabrication du monobrin composite final (EF)

4. comprenant, dans la direction d'avancement du faisceau de fibres multifilamentaires ;

- au moins un module (140, 150) de préparation de fibres multifilamentaires imprégnées supplémentaires (ES3, ES4),
- une troisième filière de calibrage (136) configurée pour recevoir les fibres multifilamentaires supplémentaires (ES3, ES4) provenant du module (140, 150) de préparation des fibres multifilamentaires imprégnées supplémentaires et le premier monobrin pré polymérisé (E4) de manière à former un troisième monobrin intermédiaire (E5) ; et au moins
- un dispositif de rayonnement final (118) situé en aval de la troisième filière de calibrage (136), à travers lequel circule le troisième monobrin

intermédiaire (E5) et configuré pour réaliser une polymérisation complète dudit monobrin (E5) et former un monobrin composite final (EF).

5 5. Installation (101) selon la revendication 4, dans lequel le troisième étage (ETAGE 3) comprend, entre la troisième filière de calibrage (136) et le dispositif de rayonnement final (118), un deuxième dispositif de rayonnement supplémentaire (137) configuré pour réaliser une polymérisation partielle du troisième monobrin intermédiaire (E5) et pour former un monobrin pré-polymérisé (E6).

10 6. Installation (100, 101) selon la revendication 1 ou 5, dans lequel le dispositif de rayonnement supplémentaire (127, 137) comprend une source lumineuse supplémentaire (127a, 137a) à rayonnement ultra-violet.

15 7. Installation (100, 101) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle le premier dispositif de rayonnement (117) comprend une première source lumineuse (117a) à rayonnement ultra-violet.

20 8. Installation (100, 101) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle le dispositif de rayonnement final (118) comprend une source lumineuse finale (118a) configurée pour émettre au moins un rayonnement infrarouge.

25 9. Installation (100, 101) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle chaque étage (ETAGE 1, ETAGE 2, ETAGE3) de fabrication du monobrin composite comprend un dispositif de chauffage (114b, 124b, 134b, 144b, 154b) associé à la chambre d'imprégnation (114, 124, 134, 144, 154) correspondante et configuré pour chauffer la matière polymérisable présente dans ladite chambre d'imprégnation (114, 124, 134, 144, 154) à une température comprise entre 50°C et 95°C, de préférence entre 60°C et 80°C.

30 10. Procédé (200) de fabrication en continu d'un élément composite longiligne (EF) comportant un faisceau de fibres multifilamentaires imprégné d'une composition à base d'une matière polymérisable, comportant les étapes successives suivantes :
- fabrication d'un monobrin principal (E2) dans un premier étage

(ETAGE 1) de fabrication lors de laquelle un premier monobrin (E1) imprégné est polymérisé dans un premier dispositif de rayonnement (117) pour former un monobrin (E2) composite principal ; et au moins - fabrication d'un monobrin composite (E4, EF) dans un deuxième étage

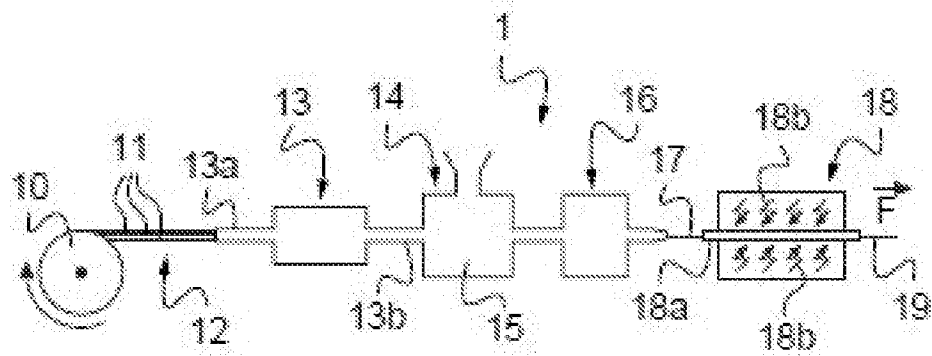
5 (ETAGE 2) de fabrication, chaque étage (ETAGE1, ETAGE2) de fabrication comprenant une étape de préparation de fibres multifilamentaires imprégnées comprenant les étapes successives suivantes :

- alimentation de filaments élémentaires pour former un faisceau de
- 10 fibres multifilamentaires,
- dégazage, dans une chambre à vide (113, 123, 133, 143, 153), du faisceau de fibres multifilamentaires,
- imprégnation du faisceau de fibres multifilamentaires d'une composition à base d'une matière polymérisable contenue dans une
- 15 chambre d'imprégnation (114, 124, 134, 154) remplie avec ladite composition, et
- calibrage du faisceau de fibres multifilamentaires imprégné, via une filière de calibrage (116, 126, 136) de manière à former un monobrin imprégné de matière polymérisable, caractérisé en ce que lors de l'étape
- 20 de fabrication du monobrin composite (E4, EF),
- le monobrin (E2) principal est associé à travers une deuxième filière de calibrage (126) à des fibres multifilamentaires supplémentaires (ES1, ES2) provenant d'au moins un module (120, 130) de préparation de fibres multifilamentaires imprégnées supplémentaires comprenant un
- 25 dispositif d'alimentation (121, 131) pour former un faisceau de fibres multifilamentaires, une chambre à vide (123, 133) et une chambre d'imprégnation (124, 134) en aval de chambre à vide (123, 133) et remplie d'une composition d'imprégnation (125, 135) à base d'une matière polymérisable pour former un premier monobrin intermédiaire
- 30 (E3) ; et
- ledit premier monobrin intermédiaire (E3) est polymérisé dans un dispositif de rayonnement supplémentaire (127) configuré pour réaliser une polymérisation partielle du premier monobrin intermédiaire (E3) et pour former un deuxième monobrin intermédiaire (E4).

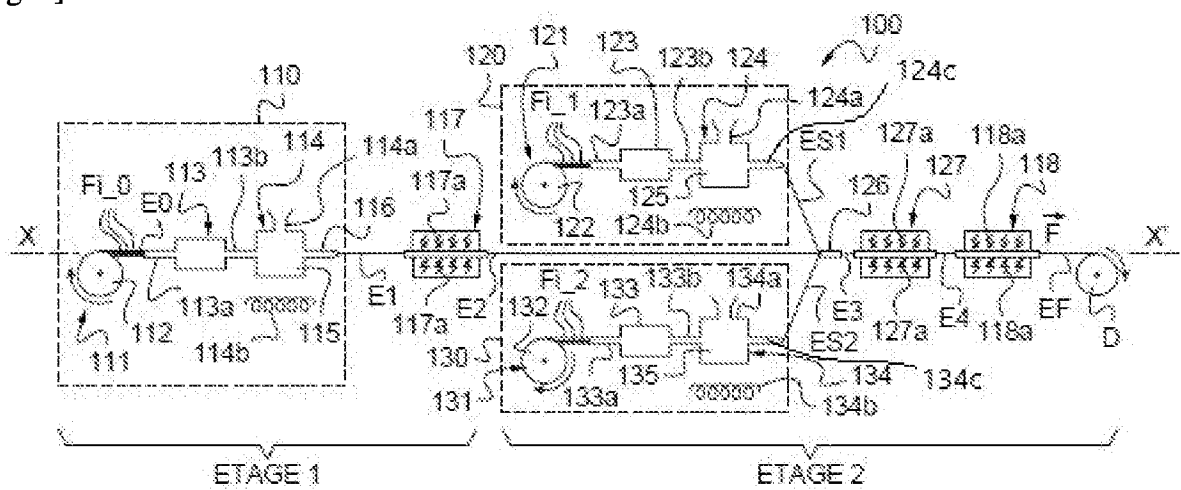
11. Procédé (200) selon la revendication 10, dans lequel le deuxième monobrin intermédiaire (E4) est polymérisé dans un dispositif de rayonnement final (118) situé en aval du dispositif de rayonnement supplémentaire (127) configuré pour réaliser une polymérisation complète dudit deuxième monobrin intermédiaire (E4) et former un monobrin composite final (EF).

12. Procédé (200) selon la revendication 10, dans lequel le deuxième monobrin intermédiaire (E4) est associé à travers une troisième filière de calibrage (136) à des fibres multifilamentaires supplémentaires (ES3, ES4) provenant d'au moins un module (140, 150) de préparation de fibres multifilamentaires imprégnées supplémentaires comprenant un dispositif d'alimentation (141, 151) pour former un faisceau de fibres multifilamentaires, une chambre à vide (143, 153) et une chambre d'imprégnation (144, 154) en aval de chambre à vide (143, 153) et remplie d'une composition d'imprégnation (145, 155) à base d'une matière polymérisable pour former un troisième monobrin intermédiaire (E5) ; et - ledit troisième monobrin intermédiaire (E5) est polymérisé dans un dispositif de rayonnement supplémentaire (137) configuré pour réaliser une polymérisation partielle du troisième monobrin intermédiaire (E5) et pour former un monobrin pré-polymérisé (E6) ; ledit monobrin pré-polymérisé (E6) étant polymérisé dans un dispositif de rayonnement final (118) situé en aval du dispositif de rayonnement supplémentaire (137) configuré pour réaliser une polymérisation complète dudit monobrin pré-polymérisé (E6) et former un monobrin composite final (EF).

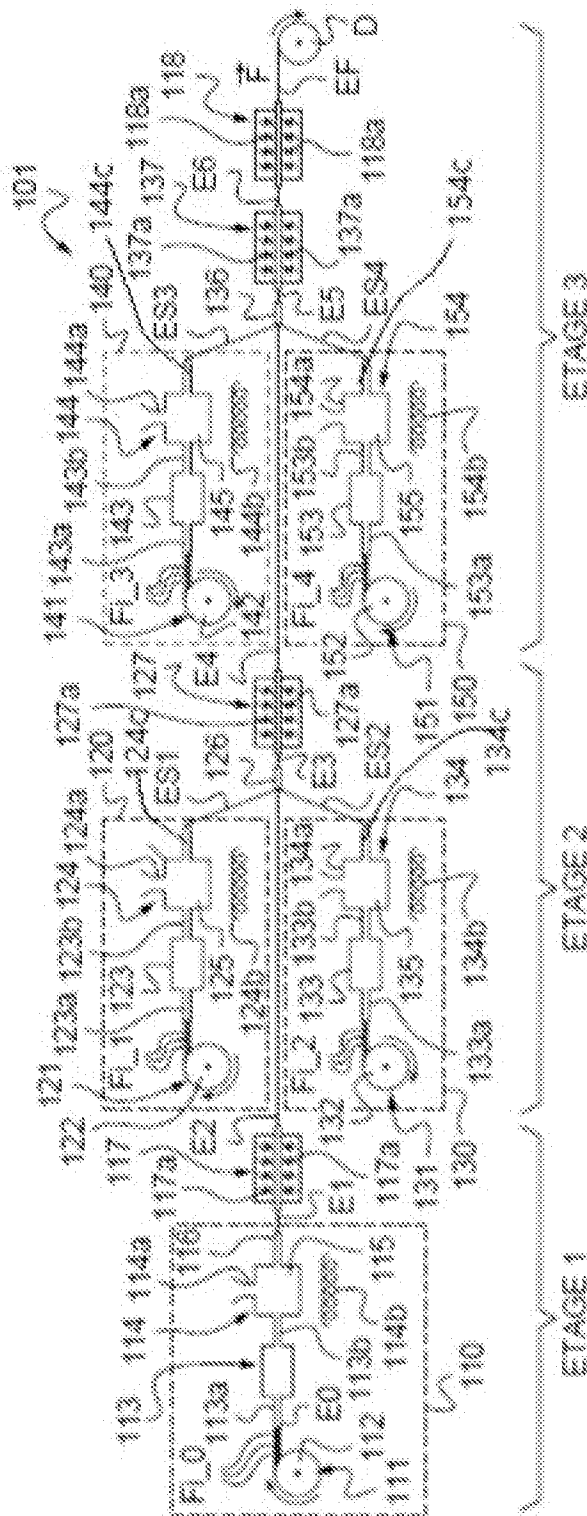
[Fig. 1]



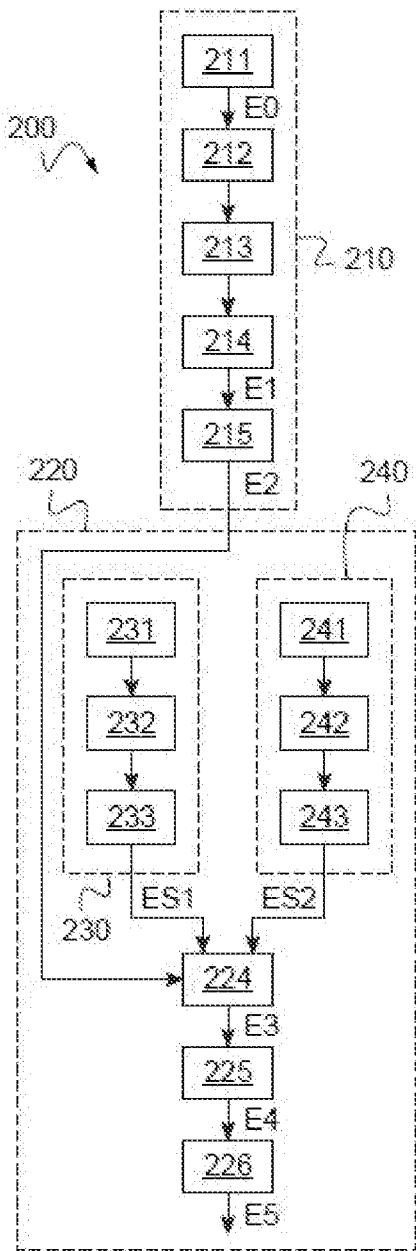
[Fig. 2]



[Fig. 3]



[Fig. 4]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/FR2024/050950

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**B29B 15/12**(2006.01)i

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)

B29B

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.
Y	FR 3009226 A1 (MICHELIN & CIE [FR]; MICHELIN RECH TECH [CH]) 06 February 2015 (2015-02-06) cited in the application the whole document	1-12
Y	US 2013167502 A1 (WILSON DAVID M [US] ET AL) 04 July 2013 (2013-07-04) figure 4B	1-12

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“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)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“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

“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

“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

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

10 October 2024

Date of mailing of the international search report

28 October 2024

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands (Kingdom of the)

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Jouannon, Fabien

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/FR2024/050950

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
FR	3009226	A1	06 February 2015	EP	3027395	A1	08 June 2016
				FR	3009226	A1	06 February 2015
				JP	6612750	B2	27 November 2019
				JP	2016527360	A	08 September 2016
				US	2016185051	A1	30 June 2016
				WO	2015014579	A1	05 February 2015
US	2013167502	A1	04 July 2013	BR	112013006116	A2	31 May 2016
				CA	2812987	A1	22 March 2012
				CN	103109330	A	15 May 2013
				EP	2617043	A2	24 July 2013
				JP	2013541443	A	14 November 2013
				KR	20130108352	A	02 October 2013
				RU	2013110893	A	27 October 2014
				US	2013167502	A1	04 July 2013
				WO	2012037265	A2	22 March 2012

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. B29B15/12 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) B29B		
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
Y	FR 3 009 226 A1 (MICHELIN & CIE [FR] ; MICHELIN RECH TECH [CH]) 6 février 2015 (2015-02-06) cité dans la demande le document en entier	1 - 12
Y	US 2013/167502 A1 (WILSON DAVID M [US] ET AL) 4 juillet 2013 (2013-07-04) figure 4B	1 - 12
☐ 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: "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "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) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée "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 "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 "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 "&" document qui fait partie de la même famille de brevets		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée 10 octobre 2024		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 28/10/2024
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 Jouannon, Fabien

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

PCT/FR2024/050950

Formulaire PCT/ISA/210 (annexe familles de brevets) (avril 2005)