

⑫

BREVET D'INVENTION

B1

⑤④ Outillage et procédé d'infiltration d'une barbotine dans une préforme textile.

②② Date de dépôt : 29.06.22.

③③ Priorité :

⑥③ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

☐ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : *SAFRAN NACELLES Société par
actions simplifiées —FR et SAFRAN CERAMICS
Société anonyme — FR.*

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 05.01.24 Bulletin 24/01.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 04.07.25 Bulletin 25/27.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑦② Inventeur(s) : DESJOYEUX Bertrand Léon Marie,
EBERLING-FUX Nicolas et CARMINATI Paul.

⑦③ Titulaire(s) : SAFRAN NACELLES Société par
actions simplifiées, SAFRAN CERAMICS Société
anonyme.

⑦④ Mandataire(s) : CABINET BEAU DE LOMENIE.



Description

Titre de l'invention : Outillage et procédé d'infiltration d'une barbotine dans une préforme textile

Domaine technique

[0001] La présente invention se rapporte au domaine général de la fabrication de pièces en matériau composite, et plus particulièrement à un outillage et un procédé d'infiltration d'une barbotine dans une préforme textile pour former une matrice dans la porosité de cette préforme.

Technique antérieure

[0002] La densification, c'est-à-dire la formation d'une matrice, d'une préforme textile peut être réalisée par injection de barbotine. Elle consiste à imprégner la préforme textile par une composition d'imprégnation à base liquide ou barbotine qui pénètre dans la porosité de la préforme et fait croître une matrice dans cette préforme.

[0003] Le document FR 3 080 113 décrit un exemple d'infiltration de barbotine dans une préforme textile, dans lequel la préforme est disposée dans une chambre d'imprégnation d'un moule fermée par une membrane souple. Un filtre est présent sous la préforme de manière à filtrer une phase liquide (filtrat) de la barbotine qui est injectée dans la chambre d'imprégnation. Une pression, supérieure à la pression d'injection de la barbotine, est appliquée sur la membrane souple de manière à faire pénétrer la barbotine dans la préforme. Cet exemple d'infiltration est appelé Injection Sous Membrane ou ISM.

[0004] Il est également possible de réaliser cette imprégnation de barbotine par STM (« Slurry Transfer Molding » ou moulage par injection de barbotine), comme décrit dans le document FR 3 030 505. Dans ce cas, ce sont les parois rigides du moule qui exercent la compaction de la préforme pendant et/ou après l'injection de barbotine dans la chambre d'imprégnation pour faire pénétrer la barbotine dans la préforme.

[0005] Néanmoins, lors d'une imprégnation par STM ou ISM, on ne contrôle pas la croissance de l'épaisseur de dépôt de la matrice dans la préforme, mais seulement l'équilibre des pertes de charges (présentes dans la barbotine) entre l'orifice d'entrée de barbotine et le filtrat. On peut donc obtenir un front de dépôt des charges solides de la barbotine obturant l'orifice d'entrée de la barbotine dans la chambre d'imprégnation alors que la préforme n'est pas totalement colonisée de charges solides. Il est possible de réduire ce phénomène en disposant un matériau drainant au-dessus de la préforme, faisant office d'élément de répartition entre l'orifice d'entrée et l'une des faces de la préforme. Mais en contrepartie, cela augmente la quantité de barbotine à injecter dans la chambre d'imprégnation et la durée de filtration de la phase liquide de barbotine.

[0006] Il est donc souhaitable de disposer d'un nouvel outillage et d'un nouveau procédé d'infiltration de barbotine dans une préforme textile permettant de remédier aux inconvénients précités, en particulier pour que les particules solides de la barbotine colonisent toute la préforme sans augmenter la quantité de barbotine injectée.

Exposé de l'invention

[0007] L'invention concerne un outillage d'infiltration d'une barbotine dans une préforme textile comprenant :

- [0008] – un moule qui comprend une chambre d'imprégnation comportant sur l'une de ses faces un élément de filtration d'une phase liquide de la barbotine destiné à recevoir une première face d'une préforme textile, la chambre d'imprégnation étant fermée par un contre-moule situé en regard de l'élément de filtration, et
- un évent de sortie présent sur le moule et configuré pour éliminer un filtrat de l'élément de filtration à une pression d'élimination,

[0009] caractérisé en ce que l'outillage comprend également un système de circulation d'une barbotine comprenant un port d'entrée et un port de sortie, le système de circulation étant configuré pour faire circuler la barbotine dans la chambre d'imprégnation du port d'entrée au port de sortie à une pression de circulation supérieure à la pression d'élimination.

[0010] Grâce au système de circulation, la barbotine circule sous pression dans la chambre d'imprégnation et ne stagne pas. Cela évite que les particules ou la poudre contenues dans la barbotine ne se déposent et s'agglomèrent entre la préforme et le contre-moule, empêchant ainsi la croissance de matrice granulaire entre la préforme textile et le contre-moule. Ainsi, l'agglomération des particules ou de la poudre de la barbotine ne s'opère que pour la barbotine imprégnant la préforme textile. De plus, la pression d'élimination permet d'évacuer la phase liquide de la barbotine à travers l'élément de filtration et l'évent de sortie.

[0011] Selon une caractéristique particulière de l'invention, l'outillage d'infiltration comprend un circuit de recirculation reliant le port de sortie au port d'entrée de manière à ce que le système de circulation de la barbotine soit un circuit fermé.

[0012] Le circuit de recirculation peut comporter une pompe configurée pour amener la barbotine à la pression de circulation.

[0013] Cela permet de réintroduire la barbotine évacuée par le port de sortie dans la chambre d'imprégnation. Ainsi, on peut réduire et optimiser la quantité de barbotine utilisée pour la croissance de la matrice dans la préforme textile.

[0014] Selon une autre caractéristique particulière de l'invention, le système de circulation comprend des moyens de drainage s'étendant entre le port d'entrée et le port de sortie.

[0015] Les moyens de drainage sont avantageusement situés au niveau d'une deuxième face

de la préforme textile, opposée à la première face. La préforme textile se trouve ainsi positionnée entre l'élément de filtration et les moyens de drainage.

- [0016] Selon un premier mode de réalisation, les moyens de drainage comprennent une pièce en matériau poreux destinée à être placée sur une deuxième face de la préforme textile opposée à la première face. La pièce en matériau poreux est par exemple un grillage.
- [0017] Selon un deuxième mode de réalisation, les moyens de drainage comprennent des canaux placés ou formés sur une surface interne du contre-moule et destinés à être en regard de la deuxième face de la préforme textile.
- [0018] Les premier et deuxième modes de réalisation peuvent être combinés, c'est-à-dire que les moyens de drainage peuvent comprendre à la fois une pièce en matériau poreux et des canaux placés ou formés sur une surface interne du contre-moule.
- [0019] Selon une autre caractéristique particulière de l'invention, les ports d'entrée et de sortie sont destinés à être situés en regard d'une face latérale de la préforme textile. Lorsque le système de circulation comprend des moyens de drainage, les ports d'entrée et de sortie sont avantageusement situés en regard d'une face latérale de ces moyens de drainage.
- [0020] Les ports d'entrée et de sortie sont ainsi situés à la périphérie de la préforme tandis que l'élément de filtration et l'évent de sortie sont situés sous la préforme. La pression d'élimination à l'évent de sortie ne perturbe ainsi pas la circulation de barbotine, et la barbotine peut bien circuler dans toute la chambre d'imprégnation pour imprégner toute la préforme.
- [0021] Selon une autre caractéristique particulière de l'invention, le port d'entrée est présent sur le contre-moule ou sur le moule et le port de sortie est présent sur le contre-moule ou sur le moule.
- [0022] Selon une autre caractéristique particulière de l'invention, l'outillage comprend également une membrane souple destinée à être située entre le contre-moule et la préforme textile.
- [0023] Cela permet de réaliser la formation de la matrice dans la préforme textile par ISM.
- [0024] Un autre objet de l'invention est un procédé d'infiltration d'une barbotine dans une préforme textile mis en œuvre dans un outillage d'infiltration selon l'invention, le procédé comprenant :
- [0025] – le placement d'une préforme textile dans la chambre d'imprégnation en faisant reposer une des faces de la préforme sur l'élément de filtration et la fermeture de l'outillage d'infiltration en plaçant le contre-moule sur la préforme textile, et
- l'infiltration par une barbotine de la préforme textile en faisant circuler la barbotine dans la chambre d'imprégnation du port d'entrée vers le port de

sortie sous une pression de circulation tout en filtrant et éliminant une phase liquide de la barbotine par l'élément de filtration et l'évent de sortie sous une pression d'élimination inférieure à la pression de circulation.

- [0026] Selon une caractéristique particulière de l'invention, la différence de pression entre la pression de circulation et d'élimination est comprise entre 1.10^5 Pa (1 bar) et 20.10^5 Pa (20 bars).
- [0027] Cela permet de garantir que la barbotine circule bien dans la chambre d'imprégnation sans que les particules ou la poudre ne s'agglomèrent entre le contre-moule et la préforme textile.
- [0028] Selon une autre caractéristique particulière de l'invention, la barbotine sortant du port de sortie est réintroduite dans la chambre d'imprégnation par le port d'entrée.
- [0029] Selon une autre caractéristique particulière de l'invention, la vitesse de circulation de la barbotine dans le système de circulation est au moins deux fois supérieure à la vitesse de filtration de la phase liquide de la barbotine par l'élément de filtration et l'évent de sortie.

Brève description des dessins

- [0030] D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention ressortiront de la description faite ci-dessous, en référence aux dessins annexés qui en illustrent des exemples de réalisation dépourvus de tout caractère limitatif.
- [0031] [Fig.1] La [Fig.1] représente, de manière schématique et partielle, un outillage d'infiltration selon un mode de réalisation de l'invention.
- [0032] [Fig.2] La [Fig.2] représente, de manière schématique et partielle, un outillage d'infiltration selon un autre mode de réalisation de l'invention.
- [0033] [Fig.3] La [Fig.3] représente, de manière schématique, un procédé d'infiltration d'une barbotine dans une préforme textile selon un mode de réalisation de l'invention.
- [0034] [Fig.4A] La [Fig.4A] représente, de manière schématique et partielle, un outillage d'infiltration selon un mode de réalisation dans le cas d'une préforme textile d'épaisseur variable.
- [0035] [Fig.4B] La [Fig.4B] représente, de manière schématique et partielle, l'outillage d'infiltration de la [Fig.4A] et l'infiltration de barbotine dans la préforme au cours du temps.
- [0036] [Fig.4C] La [Fig.4C] représente, de manière schématique et partielle, l'outillage d'infiltration de la [Fig.4A] et l'infiltration de barbotine dans la préforme au cours du temps.
- [0037] [Fig.4D] La [Fig.4D] représente, de manière schématique et partielle, l'outillage d'infiltration de la [Fig.4A] et l'infiltration de barbotine dans la préforme au cours du temps.

[0038] [Fig.4E] La [Fig.4E] représente, de manière schématique et partielle, l'outillage d'infiltration de la [Fig.4A] et l'infiltration de barbotine dans la préforme au cours du temps.

Description des modes de réalisation

[0039] La [Fig.1] représente, de manière schématique et partielle, un outillage d'infiltration 100 selon un mode de réalisation de l'invention.

[0040] L'outillage 100 comprend un moule 102 et un contre-moule 101 qui délimitent une chambre d'imprégnation 103 dans laquelle est placée une préforme textile 110 qui est imprégnée par une barbotine 120. Le contre-moule 101 peut être formé par une pièce rigide ou par une membrane souple. La chambre d'imprégnation 103 comporte dans sa partie inférieure un élément de filtration 130 qui filtre une phase liquide 131 de la barbotine 120. La barbotine 120 est destinée à permettre la formation d'une matrice de la pièce à fabriquer. La barbotine 120 comprend ainsi des particules solides mises en suspension dans une phase liquide.

[0041] Au moins un évent de sortie 132 est présent sur le moule 102 et permet d'éliminer le filtrat 131 de l'élément de filtration 130. L'élément de filtration 130 et l'évent de sortie 132 permettent de filtrer la phase liquide 131 de barbotine 120 après son imprégnation dans la préforme textile 110. L'évent de sortie 132 est à une pression d'élimination P2.

[0042] Plus précisément, l'élément de filtration 130 et l'évent de sortie 132 sont situés en regard d'une première face principale 113 de la préforme textile 110.

[0043] L'outillage 100 comprend également un système de circulation de la barbotine 120 comprenant un réservoir de barbotine 1200, un port d'entrée 141, un port de sortie 142 et une pièce en matériau poreux 160, par exemple un grillage. La pièce en matériau poreux 160 est placée sur une deuxième face principale 114 de la préforme 110, opposée à la première face principale 113 de la préforme 110, en regard de l'élément de filtration 130. La préforme 110 se trouve ainsi disposée entre l'élément de filtration 130 et la pièce en matériau poreux 160. Le système de circulation permet de faire circuler la barbotine 120 dans la chambre d'imprégnation 103 du port d'entrée 141, alimenté par le réservoir 1200, vers le port de sortie 142 à une pression de circulation P1. La pression P1 est supérieure à P2. On considère que la différence de pression entre le port d'entrée 141 et le port de sortie 142 est quasi nulle, en effet, elle sera au maximum de l'ordre de 0,5 bar ($0,5 \cdot 10^5$ Pa).

[0044] Les ports d'entrée 141 et de sortie 142 sont placés sur le contre-moule 101 en regard d'une face latérale 161, 162 de la pièce en matériau poreux 160, en particulier le port d'entrée 141 est en regard de la face latérale 161 et le port de sortie 142 en regard de la face latérale 162. Les deux ports 141, 142 sont en vis-à-vis afin de permettre à la barbotine 120 de circuler dans la chambre d'imprégnation 103. Ainsi, quand la

barbotine 120 pénètre dans la chambre d'imprégnation 103, une partie de la barbotine imprègne la préforme textile 110 et l'autre partie sort de la chambre 103 par le port de sortie 142. En imprégnant la préforme 110, elle dépose des charges (ou particules ou poudre) dans la préforme 110, ce qui permet de faire croître une matrice 111 dans la porosité de la préforme 110 ; tandis que la phase liquide de la barbotine 131 est éliminée via l'évent de sortie 132.

- [0045] La [Fig.2] représente, de manière schématique et partielle, un outillage d'infiltration 200 selon un autre mode de réalisation de l'invention.
- [0046] L'outillage 200 comprend un moule 202 et un contre-moule 201 qui délimitent une chambre d'imprégnation 203 dans laquelle est placée une préforme textile 210 qui est imprégnée par une barbotine 220. La chambre d'imprégnation 203 comporte dans sa partie inférieure un élément de filtration 230 qui filtre une phase liquide 231 de la barbotine 220. Comme précédemment, la barbotine 220 est destinée à permettre la formation d'une matrice et comprend ainsi des particules solides mises en suspension dans une phase liquide.
- [0047] Au moins un événement de sortie 232 est présent sur le moule 202 et permet d'éliminer le filtrat 231 de l'élément de filtration 230. L'élément de filtration 230 et l'événement de sortie 232 permettent de filtrer la phase liquide 231 de barbotine 220 après son imprégnation dans la préforme textile 210 à la pression d'élimination P2.
- [0048] L'outillage 200 comprend également un système de circulation de la barbotine 220 comprenant un réservoir 2200 de barbotine 220, un port d'entrée 241, un port de sortie 242, une pièce en matériau poreux 260 et un circuit de recirculation 240 équipé d'une pompe 243 de recirculation. Le système de circulation permet de faire circuler la barbotine 220 dans la chambre d'imprégnation 203 du port d'entrée 241 vers le port de sortie 242 à une pression de circulation P1. La pression P1 est supérieure à P2. Le circuit de recirculation 240 s'étend entre le port de sortie 242 et le port d'entrée 241 de manière à pouvoir renvoyer la barbotine 220 évacuée par le port de sortie 242 vers le port d'entrée 241. Le système de circulation de barbotine 220 forme ainsi un circuit en boucle fermée. Comme pour la [Fig.1], on considère que la différence de pression entre le port d'entrée 241 et le port de sortie 242 est quasi nulle, car elle est au maximum de l'ordre de 0,5 bar ($0,5 \cdot 10^5$ Pa).
- [0049] Dans ce mode de réalisation, le même port d'entrée 241 est utilisé pour injecter la barbotine 220 dans la chambre d'imprégnation 203, qu'elle provienne du réservoir 2200 ou du port de sortie 242.
- [0050] Dans un autre mode de réalisation, représenté en traits interrompus sur la [Fig.2], le système de circulation comprend un port d'entrée supplémentaire 244 qui permet d'injecter dans la chambre d'imprégnation 203 la barbotine 220 issue du port de sortie 242. Le port d'entrée 241 reste utilisé pour injecter la barbotine 220 provenant du

réservoir 2200.

- [0051] Comme précédemment, les ports d'entrée 241 et de sortie 242 sont placés sur le contre-moule 201 en regard d'une face latérale 261, 262 de la pièce en matériau poreux 2460 en particulier le port d'entrée 241 est en regard de la face latérale 261 et le port de sortie 242 en regard de la face latérale 262. Le port d'entrée supplémentaire 244 est placé au voisinage du port d'entrée 241. Les ports d'entrée 241, 244 sont placés en vis-à-vis du port de sortie 242 afin de permettre à la barbotine 220 de circuler dans la chambre d'imprégnation 203, tandis que l'évent de sortie 232 est situé en regard d'une face principale 213 de la préforme 210 pour pouvoir évacuer la phase liquide 231 de la barbotine 220 après son infiltration dans la préforme 210.
- [0052] Afin d'assurer la circulation de la barbotine dans la chambre d'imprégnation, que l'on soit dans un circuit ouvert ([Fig.1]) ou dans un circuit en boucle fermée ([Fig.2]), les ports d'entrée et de sortie de la barbotine sont placés latéralement à l'évent de sortie, c'est-à-dire qu'ils sont placés en regard d'une face latérale de la préforme et, dans les exemples des figures 1 et 2, en regard d'une face latérale du matériau poreux, tandis que l'évent de sortie est en regard d'une face principale de la préforme. De plus, les ports d'entrée et le port de sortie de barbotine ne sont pas situés en regard de la même face latérale de la préforme ou de la même face latérale du matériau poreux.
- [0053] Quel que soit le mode de réalisation, l'outillage d'infiltration 100 ou 200 peut comprendre une membrane souple située entre le contre-moule 101, 201 et la préforme textile 110, 210. Cette membrane souple permet, par exemple, de réaliser l'infiltration de barbotine dans la préforme par ISM.
- [0054] Quel que soit le mode de réalisation, le système de circulation peut comprendre une pluralité de ports d'entrée et une pluralité de ports de sortie. Les ports d'entrée et de sortie sont avantageusement répartis à la périphérie de la préforme afin de favoriser la circulation de la barbotine dans l'ensemble de la préforme.
- [0055] Quel que soit le mode de réalisation, chaque port d'entrée 141, 241, 244 peut être présent sur le moule 102, 202 ou sur le contre-moule 101, 201 et chaque port de sortie 142, 242 peut être présent sur le moule 102, 202 ou sur le contre-moule 101, 201.
- [0056] L'invention a été décrite avec un système de circulation de barbotine comprenant une pièce en matériau poreux. Toutefois, le système de circulation de barbotine peut comprendre, à la place ou en plus de ladite pièce en matériau poreux, des canaux placés sur une surface interne du contre-moule qui seront en regard de la deuxième face principale 114, 214 de la préforme. Les canaux s'étendent entre le port d'entrée et de sortie.
- [0057] De manière analogue à la pièce en matériau poreux, les canaux permettent d'améliorer la circulation de la barbotine dans la chambre d'imprégnation et de limiter l'agglomération de particules de la barbotine entre le contre-moule et la préforme.

- [0058] La [Fig.3] représente, de manière schématique, un procédé 300 d'infiltration d'une barbotine dans une préforme textile selon un mode de réalisation de l'invention. Le procédé 300 est par exemple mis en œuvre sur un outillage d'infiltration 100 ou 200 tels que décrits en référence aux figures 1 et 2.
- [0059] Le procédé 300 comprend, dans une étape 310, le placement de la préforme textile 110, 210 dans la chambre d'imprégnation 103, 203 en faisant reposer une des faces de la préforme sur l'élément de filtration 130, 230, le placement de la pièce en matériau poreux sur la préforme textile et la fermeture de l'outillage d'infiltration 100, 200 en plaçant le contre-moule 101, 201 sur la pièce en matériau poreux.
- [0060] Puis, dans une étape 320, on injecte la barbotine 120, 220 dans la chambre d'imprégnation 103, 203 pour qu'elle infiltre la préforme textile 110, 210 et circule dans la chambre d'imprégnation 103, 203 depuis les ports d'entrée 141, 241, 244 vers le port de sortie 142, 242. La circulation de la barbotine 120, 220 se fait à une pression de circulation P1. Lors de l'infiltration de la préforme 110, 210, la phase liquide 131, 231 de la barbotine 120, 220 est filtrée par l'élément de filtration 130, 230 et évacuée par l'évent de sortie 132, 232 à une pression d'élimination P2 inférieure à la pression de circulation P1.
- [0061] Quel que soit le mode de réalisation, la différence de pression entre P1 et P2 peut être comprise entre 1.10^5 Pa (1 bar) et 20.10^5 Pa (20 bars), elle est par exemple de 5.10^5 Pa (5 bars).
- [0062] Quel que soit le mode de réalisation, la pression de circulation P1 peut être comprise entre 5.10^5 Pa (5 bars) et 20.10^5 Pa (20 bars).
- [0063] Quel que soit le mode de réalisation, la pression d'élimination P2 est inférieure ou égale à 1.10^5 Pa (1 bar).
- [0064] Quel que soit le mode de réalisation, la vitesse de circulation de la barbotine dans le système de circulation est au moins deux fois supérieure à la vitesse de filtration de la phase liquide de la barbotine par l'élément de filtration et l'évent de sortie.
- [0065] Quel que soit le mode de réalisation, la barbotine comprend des charges solides avec un taux préférentiellement compris entre 2 % et 30 % du volume.
- [0066] Quel que soit le mode de réalisation, pour une pièce en céramique, la barbotine comprend des charges céramiques avec un taux compris entre 10% et 30% en volume, et préférentiellement un liant organique avec un taux compris entre 0 % et 20 % en masse et un plastifiant avec un taux compris entre 0 % et 20 % en masse.
- [0067] Les charges céramiques comprennent par exemple des particules de carbure (par exemple de carbure de silicium), d'alumine, de mullite ou de borures ayant une taille d50 comprise entre 0,1 μm et 2 μm . Le liant et/ou le plastifiant sont par exemple de l'alcool polyvinylique (PVA), du polyéthylène glycol (PEG), du glycerol, du polyvinylpyrrolidone (PvP) ou d'autres liants organiques comme des savons ou des huiles.

Le plastifiant est par exemple du polyéthylène glycol 200 (PEG 200).

- [0068] Quel que soit le mode de réalisation, la préforme textile peut être réalisée entièrement ou en partie par empilements de strates ou plis obtenus par tissage bidimensionnel (2D). La préforme peut également être réalisée entièrement ou en partie par tissage tridimensionnel (3D). Par tissage bidimensionnel, on entend ici un mode de tissage classique par lequel chaque fil de trame passe d'un côté à l'autre des fils d'une seule couche de chaîne ou inversement. Par tissage tridimensionnel, on entend ici un tissage pour lequel des fils de chaîne traversent plusieurs couches de fils de trame, ou des fils de trame traversent plusieurs couches de fils de chaîne.
- [0069] La préforme textile peut également être réalisée entièrement ou en partie par des nappes de fibres unidirectionnelles, qui peuvent être obtenues par placement automatique de fibres, ou par enroulement filamentaire.
- [0070] La préforme textile peut encore être réalisée à partir de fibres constituées des matériaux suivants : l'alumine, la mullite, la silice, un aluminosilicate, un borosilicate, du carbure de silicium, du carbone, ou un mélange de plusieurs de ces matériaux.
- [0071] Dans l'exemple des figures 1 et 2, une préforme textile d'épaisseur constante a été placée dans la chambre d'imprégnation de l'outillage d'infiltration de l'invention. Il est cependant possible de placer une préforme textile d'épaisseur variable comme représenté sur les figures 4A, 4B, 4C, 4D et 4E, ces figures représentant l'imprégnation de la barbotine au cours du temps dans la préforme textile selon le procédé de l'invention mis en œuvre dans un outillage d'infiltration de l'invention.
- [0072] La préforme 410 a une épaisseur variable entre une épaisseur maximale E_{max} et une épaisseur minimale E_{min} . Elle est disposée dans un outillage d'infiltration 400 selon l'invention qui comprend une grille de circulation 460, qui correspond à la pièce en matériau poreux 160, 260 des figures 1 et 2. L'épaisseur E_{460} de la grille de circulation 460 est faible par rapport à la variation d'épaisseur de la préforme 410. Par exemple, la préforme textile 410 a une épaisseur variant entre 0,5 mm et 8 mm, tandis que la grille de circulation 460 a une épaisseur E_{460} comprise entre 0,5 mm et 3 mm.
- [0073] Comme expliqué précédemment, la barbotine pénètre dans la chambre d'imprégnation de l'outillage 400 à partir du port d'entrée 411 et circule jusqu'au port de sortie 412 sous une pression de circulation P_1 . La barbotine va infiltrer la préforme textile 410 et sa phase liquide est filtrée et éliminée par l'évent de sortie 432. La circulation de la barbotine depuis le port d'entrée 411 vers le port de sortie 412, son infiltration dans la préforme 410 et l'élimination de sa phase liquide sont symbolisées sur les figures 4B, 4C, 4D et 4E par les différentes flèches. La pression d'élimination de la phase liquide de la barbotine à l'évent de sortie 432 est inférieure à la pression de circulation de la barbotine entre les ports d'entrée 411 et de sortie 412. Comme expliqué précédemment, cela permet de garantir une bonne circulation de la barbotine dans

toute la préforme 410 et la chambre d'imprégnation. Ainsi, les particules ou poudre de la barbotine ne stagnent pas au niveau des creux 480 ou des bosses 490 de la préforme textile 410 et se répartissent dans toute la préforme 410.

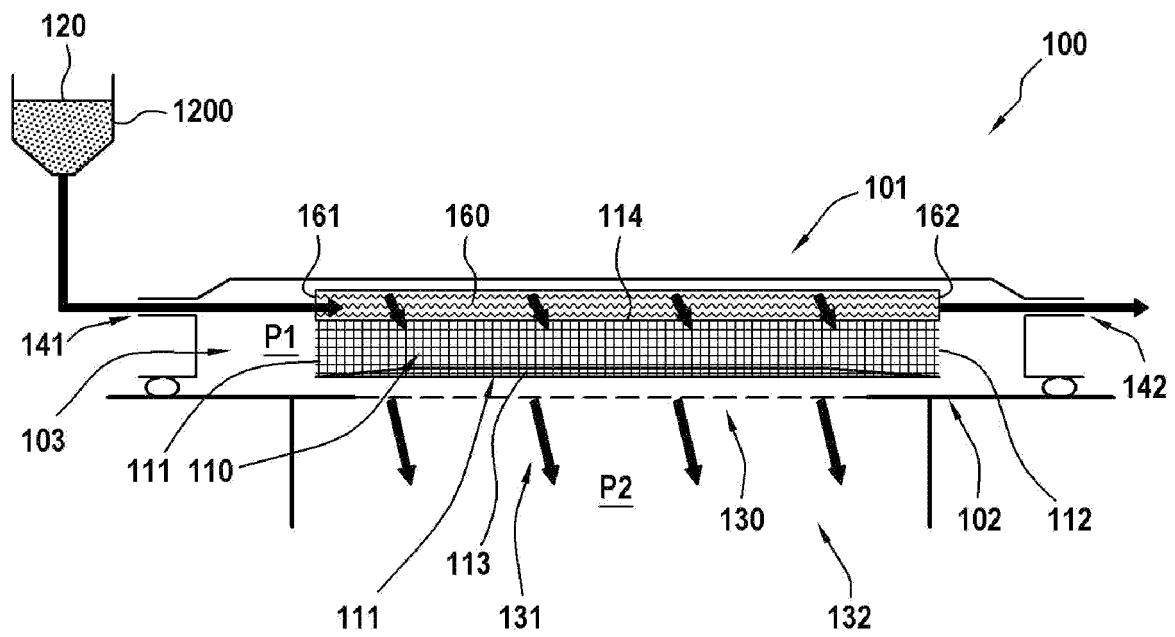
[0074] L'expression « compris(e) entre ... et ... » doit se comprendre comme incluant les bornes.

Revendications

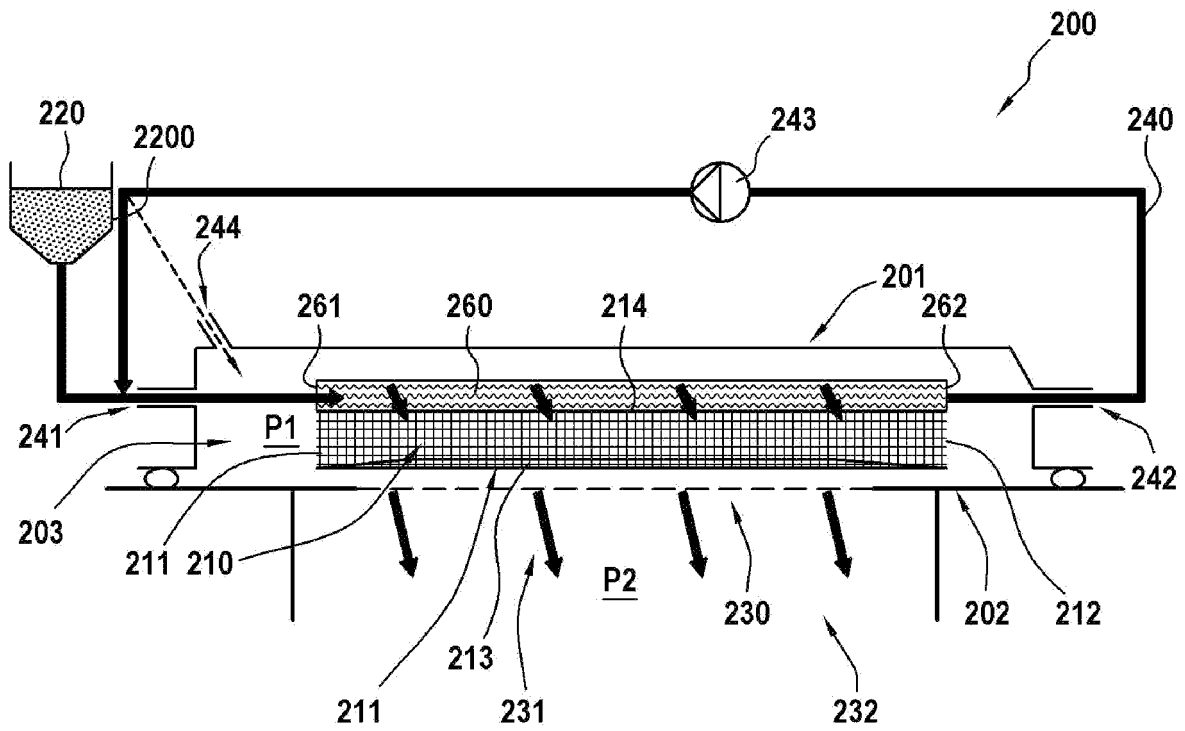
- [Revendication 1] Outillage d'infiltration (100, 200, 400) d'une barbotine (120, 220) dans une préforme textile (110, 210) comprenant :
- un moule (102, 202) qui comprend une chambre d'imprégnation (103, 203) comportant sur l'une de ses faces un élément de filtration (130, 230) d'une phase liquide (131, 231) de la barbotine destiné à recevoir une première face (113, 213) d'une préforme textile (110, 210, 410), la chambre d'imprégnation étant fermée par un contre-moule (101, 201) situé en regard de l'élément de filtration ; et
 - un évent de sortie (132, 232, 432) présent sur le moule et configuré pour éliminer un filtrat (131, 231) de l'élément de filtration à une pression d'élimination (P2),
- caractérisé en ce que l'outillage comprend également un système de circulation d'une barbotine comprenant un port d'entrée (141, 241, 411) et un port de sortie (142, 242, 412), le système de circulation étant configuré pour faire circuler la barbotine dans la chambre d'imprégnation du port d'entrée au port de sortie à une pression de circulation (P1) supérieure à la pression d'élimination (P2).
- [Revendication 2] Outillage d'infiltration (200) selon la revendication 1, comprenant un circuit de recirculation (240) reliant le port de sortie (242) au port d'entrée (241) de manière à ce que le système de circulation de la barbotine soit un circuit fermé.
- [Revendication 3] Outillage d'infiltration selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, dans lequel le système de circulation comprend des moyens de drainage s'étendant entre le port d'entrée et le port de sortie.
- [Revendication 4] Outillage d'infiltration selon la revendication 3, dans lequel les moyens de drainage comprennent une pièce en matériau poreux (160, 260, 460) destinée à être placée sur une deuxième face (114, 214) de la préforme textile opposée à la première face (113, 213).
- [Revendication 5] Outillage d'infiltration selon l'une quelconque des revendications 3 ou 4, dans lequel les moyens de drainage comprennent des canaux placés ou formés sur une surface interne du contre-moule et destinés à être en regard de la deuxième face (114, 214) de la préforme textile.
- [Revendication 6] Outillage d'infiltration selon l'une quelconque des revendications 1 à 5,

- dans lequel les ports d'entrée et de sortie sont destinés à être situés en regard d'une face latérale (111, 211, 112, 212) de la préforme textile.
- [Revendication 7] Outillage d'infiltration selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans lequel le port d'entrée est présent sur le contre-moule ou sur le moule et le port de sortie est présent sur le contre-moule ou sur le moule.
- [Revendication 8] Outillage d'infiltration selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, comprenant également une membrane souple destinée à être située entre le contre-moule et la préforme textile.
- [Revendication 9] Procédé d'infiltration (300) d'une barbotine dans une préforme textile mis en œuvre dans un outillage d'infiltration selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, le procédé comprenant :
- le placement (310) d'une préforme textile dans la chambre d'imprégnation en faisant reposer une des faces de la préforme sur l'élément de filtration et la fermeture de l'outillage d'infiltration en plaçant le contre-moule sur la préforme textile, et
 - l'infiltration (320) par une barbotine de la préforme textile en faisant circuler la barbotine dans la chambre d'imprégnation du port d'entrée vers le port de sortie sous une pression de circulation (P1) tout en filtrant et éliminant une phase liquide de la barbotine par l'élément de filtration et l'évent de sortie sous une pression d'élimination (P2) inférieure à la pression de circulation (P1).
- [Revendication 10] Procédé d'infiltration selon la revendication 9, dans lequel la différence de pression (ΔP) entre la pression de circulation (P1) et d'élimination (P2) est comprise entre 1.10^5 Pa et 20.10^5 Pa.
- [Revendication 11] Procédé d'infiltration selon l'une quelconque des revendications 9 ou 10, dans lequel la barbotine sortant du port de sortie est réintroduite dans la chambre d'imprégnation par le port d'entrée.
- [Revendication 12] Procédé d'infiltration selon l'une quelconque des revendications 9 à 11, dans lequel la vitesse de circulation de la barbotine dans le système de circulation est au moins deux fois supérieure à la vitesse de filtration de la phase liquide de la barbotine par l'élément de filtration et l'évent de sortie.

[Fig. 1]

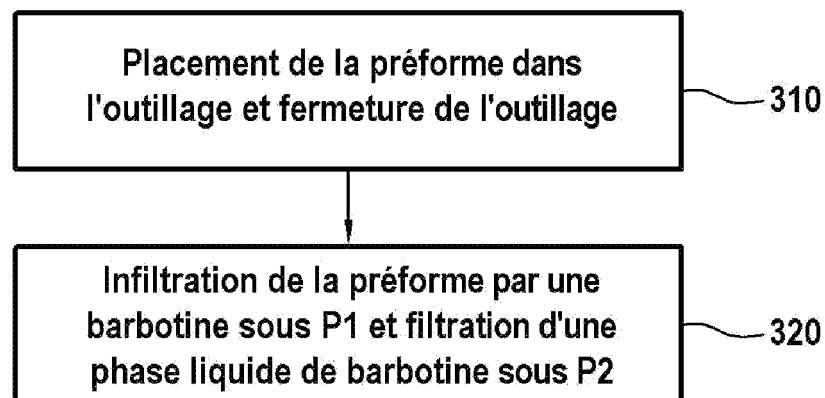


[Fig. 2]



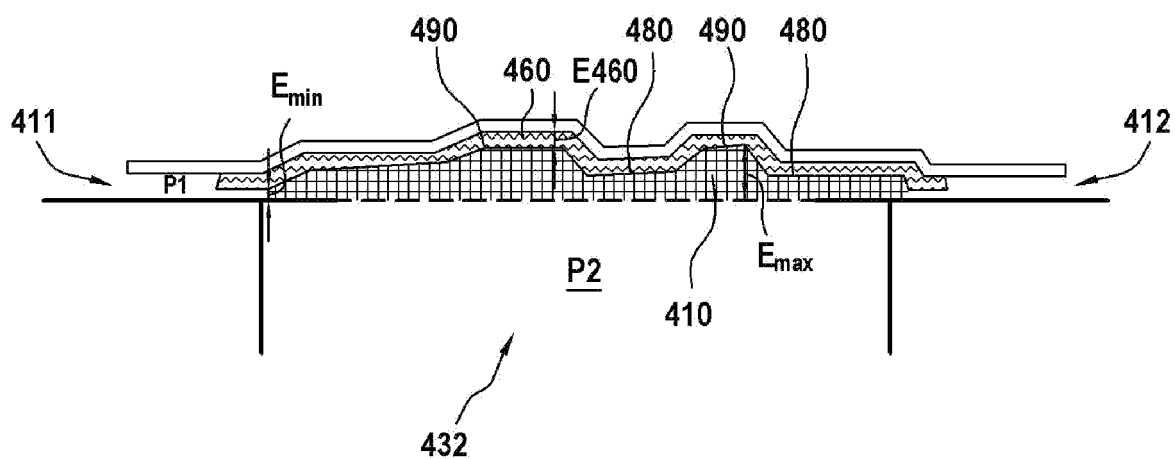
[Fig. 3]

300

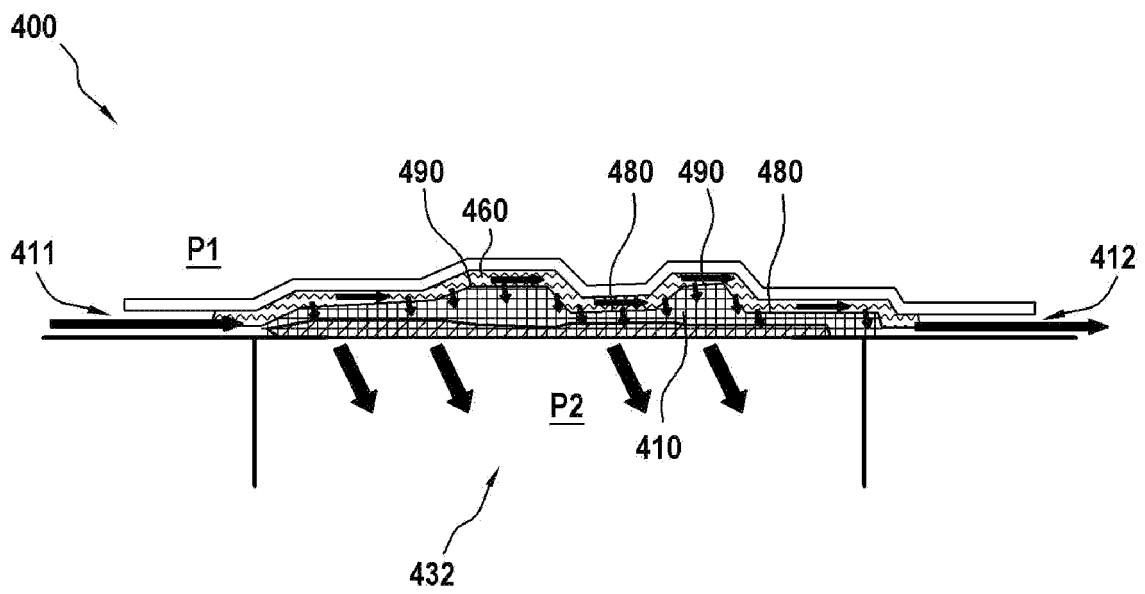


[Fig. 4A]

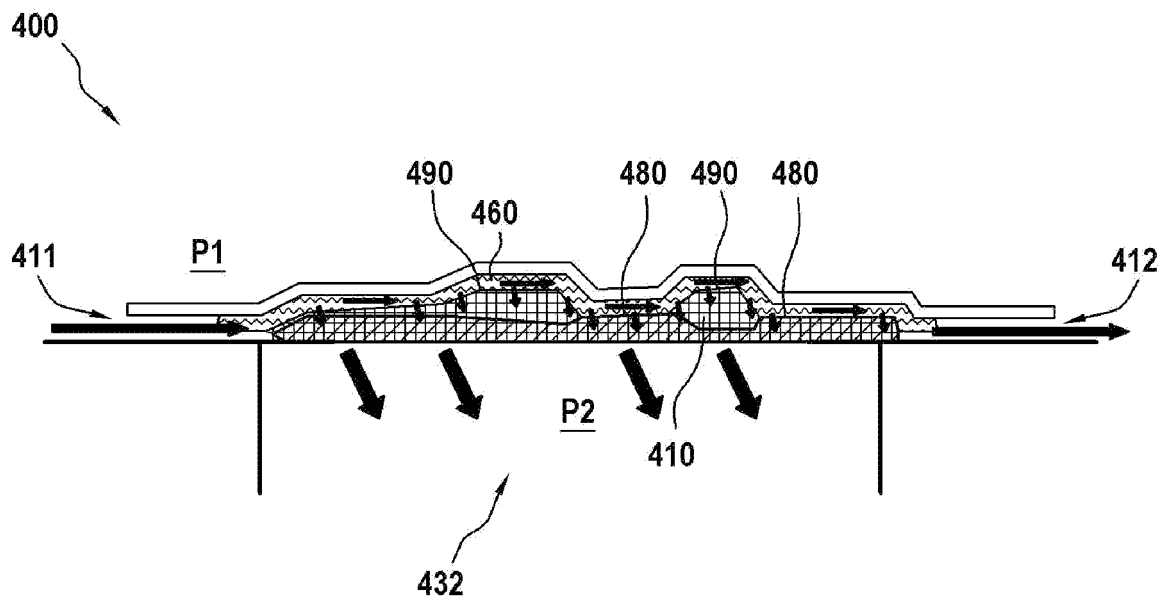
400



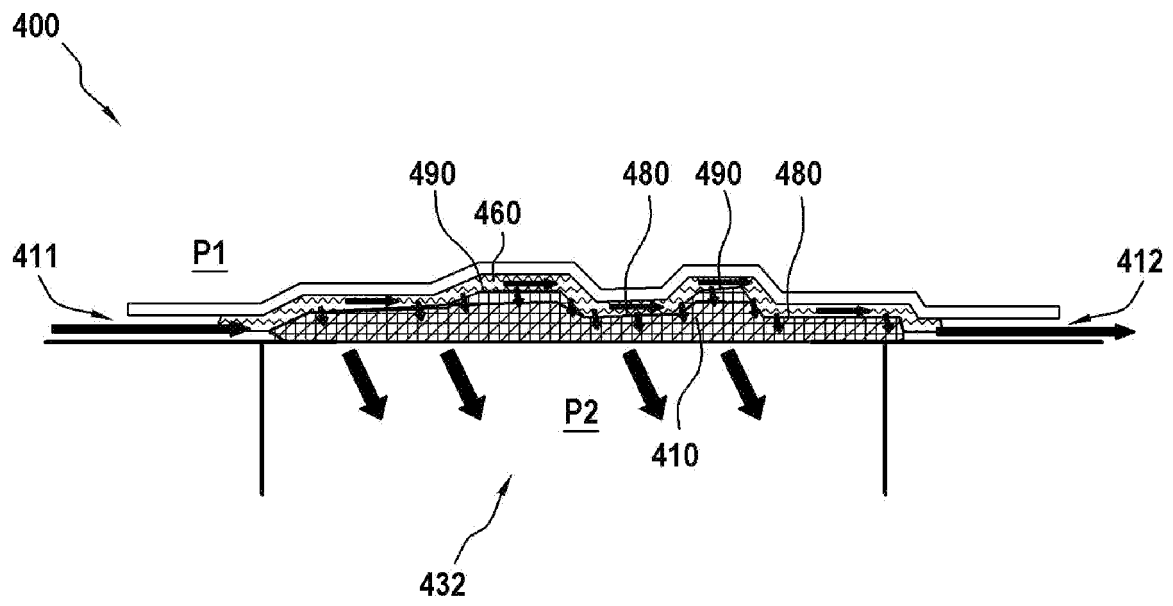
[Fig. 4B]



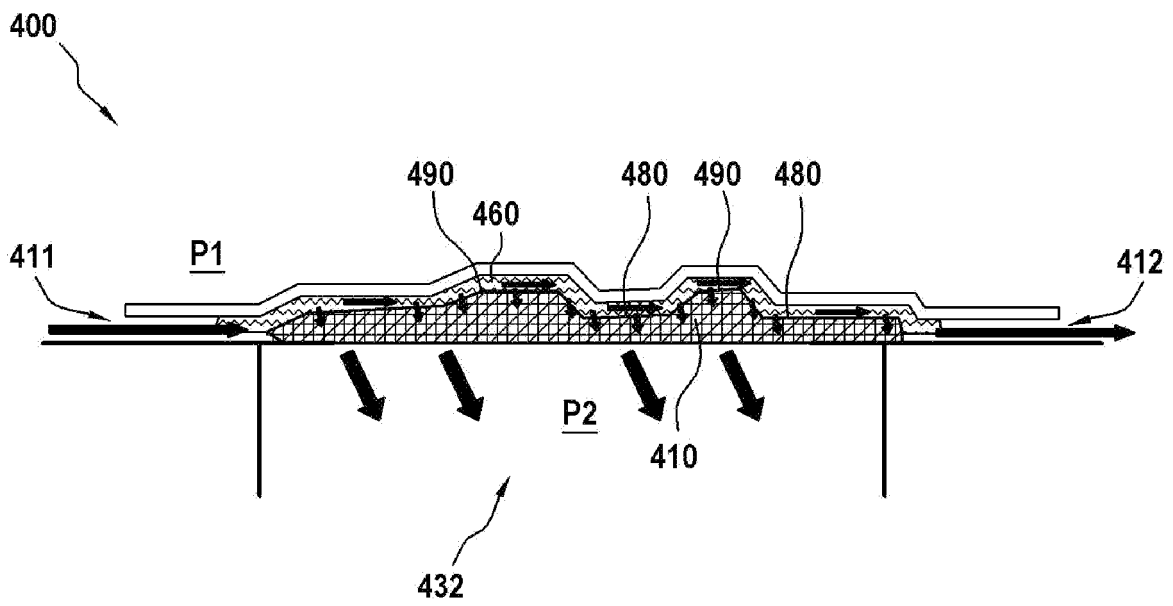
[Fig. 4C]



[Fig. 4D]



[Fig. 4E]



RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

☒ Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

☒ Le demandeur a maintenu les revendications.

☐ Le demandeur a modifié les revendications.

☐ Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

☐ Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

☐ Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

☒ Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

☒ Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

☐ Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

☐ Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

**1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN
CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION**

US 1 693 429 A (AUSTIN ARTHUR O)
27 novembre 1928 (1928-11-27)

**2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN
TECHNOLOGIQUE GENERAL**

FR 3 030 505 A1 (SNECMA [FR]; SAFRAN [FR])
24 juin 2016 (2016-06-24)

US 2021/323250 A1 (RAVEY CHRISTOPHE [FR]
ET AL) 21 octobre 2021 (2021-10-21)

**3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND
DE LA VALIDITE DES PRIORITES**

NEANT