

DESCRIPTION**TITRE : OUTIL POUR DEPOSER UN DISQUE DE SOUFFLANTE D'UN
MODULE**

5

Domaine technique de l'invention

La présente invention se rapporte notamment à un outil pour déposer un disque de soufflante seul d'un module et à un procédé de dépose d'un disque de soufflante seul d'un module au moyen d'un tel outil.

10

Arrière-plan technique

Une turbomachine, telle qu'un turboréacteur à double flux, comprend d'amont en aval dans le sens d'écoulement des gaz, une soufflante, un ou plusieurs étages de compresseur (basse pression puis haute pression),
15 une chambre de combustion, un ou plusieurs étages de turbine (haute pression puis basse pression) et une tuyère d'échappement.

Une telle turbomachine correspond à l'assemblage d'une pluralité de modules montés les uns par rapport aux autres. Lors d'une action de maintenance, différents modules sont démontés et acheminés sur
20 différents postes afin d'y subir diverses opérations de maintenance (remplacement des pièces d'usure, remplacement/réparation de pièces présentant des défauts, etc.) nécessaires à la remise en service de la turbomachine.

On s'intéressera plus particulièrement dans la suite de la description au
25 « module compresseur basse pression » ci-après dénommé « module ».

Un tel module est défini suivant un axe longitudinal X et comprend un rotor et un stator indépendants l'un par rapport à l'autre.

Le rotor comprend notamment un disque de soufflante, un tambour et une pièce d'étanchéité annulaire centrés sur l'axe X et fixés les uns aux autres
30 via une rangée circulaire de boulons comportant chacun une vis et un écrou. Chaque vis traverse en outre un organe de retenue disposé à

l'intérieur du rotor. Chaque organe de retenue présente au moins deux pattes en regard disposées autour d'une tête de la vis et en saillie par rapport à celle-ci, cette organe de retenue permettant de maintenir en place la tête de la vis correspondante lors du retrait de l'écrou associé qui est
5 quant à lui situé à l'extérieur du rotor. Le rotor comprend également plusieurs rangées annulaires d'aubes rapportées sur le tambour et disposées les unes derrière les autres, chaque rangée d'aubes étant plus communément appelée « roue mobile ».

Le stator est centré sur l'axe X et entoure le tambour. Le stator comprend
10 plusieurs redresseurs annulaires intercalés entre les roues mobiles. Le premier redresseur est associé à la soufflante de sorte à former l'étage n°1, les suivants étant chacun associés à une roue mobile de sorte à former les étages suivants. Chaque redresseur comprend une virole interne et une virole externe reliées l'une à autre par une rangée annulaire d'aubes. Les
15 viroles externes de l'ensemble des redresseurs sont bridées les unes aux autres.

Les outils existants permettent de démonter le module dans son ensemble suivant un procédé déterminé dans lequel le disque de soufflante fait partie des éléments du module déposés en dernier. Autrement dit la dépose du
20 disque de soufflante ne peut se faire sans procéder à un démontage complet du module.

Il existe une demande croissante d'opérations de maintenance portant uniquement sur le disque de soufflante, ces opérations de maintenance ne nécessitant que la dépose du disque de soufflante.

25 On comprend que les outils existants ne sont pas adaptés dans le cas où il est nécessaire de déposer uniquement le disque de soufflante. En effet, tel que mentionné ci-dessus, pour une telle opération, les opérateurs se voient dans l'obligation de procéder à un démontage complet du module, au détriment bien évidemment de la productivité.

30 L'objectif de la présente invention est ainsi de proposer d'une part un outil pour déposer un disque de soufflante seul d'un module et d'autre part un

procédé de dépose d'un disque de soufflante seul d'un module au moyen d'un tel outil permettant ainsi un gain de productivité.

Résumé de l'invention

- 5 L'invention propose ainsi un outil pour déposer un disque de soufflante seul d'un module d'axe longitudinal X d'une turbomachine comprenant un rotor et un stator, le rotor comprenant le disque de soufflante, un tambour et une pièce d'étanchéité annulaire centrés sur l'axe X et fixés les uns aux autres via une rangée circulaire de boulons comportant chacun une vis et un
- 10 écrou, chaque vis traversant un organe de retenue disposé à l'intérieur du rotor, chaque organe de retenue présentant au moins deux pattes en regard disposées autour d'une tête de la vis et en saillie par rapport à la tête, le stator étant centré sur l'axe X et entourant le tambour, le stator étant longitudinalement délimité par un redresseur disposé à l'opposé du disque
- 15 de soufflante, le redresseur comprenant une virole externe présentant une bride, l'outil d'axe vertical Z comprenant :
- un bâti comprenant des moyens d'appui au sol ;
 - un plateau annulaire centré sur l'axe Z et solidaire du bâti, ce plateau comprenant des première et seconde rangées circulaires de pions ainsi

20 que deux trous disposés autour de l'axe Z suivant un pas régulier, chacun des deux trous étant disposé entre les première et seconde rangées, chacun des pions étant configuré pour supporter la tête d'une vis de manière à ne pas dégrader les pattes des organes de retenue, chaque trou étant configuré pour recevoir un doigt d'indexage du module par rapport à

25 l'outil ;

 - au moins trois supports répartis de manière régulière autour de l'axe Z et solidaires du bâti, chaque support comprenant une surface d'appui, les surfaces d'appui étant coplanaires et étant configurées pour supporter la bride du redresseur du module, les trois supports étant verticalement situés

30 au-dessous du plateau ;

- un premier repère visuel disposé sur le bâti et configuré pour orienter angulairement le module par rapport à l'outil.

Un tel outil permet de déposer le disque de soufflante seul tout en conservant le reste du module assemblé. Ainsi, lors d'une opération de maintenance portant uniquement sur le disque de soufflante, un tel outil permet un important gain de productivité.

En outre, un tel outil permet de déposer le disque de soufflante seul sans endommager les autres composants du module, et notamment les organes de retenue et les vis.

10 Un tel outil peut également être utilisé pour la repose du disque de soufflante réparé (ou la mise en place d'un nouveau disque de soufflante) sur le reste du module assemblé.

L'outil selon l'invention peut comprendre une ou plusieurs des caractéristiques et/ou étapes suivantes, prises isolément les unes des autres ou en combinaison les unes avec les autres :

- le premier repère visuel se présente sous la forme d'une ligne verticale ;
- l'outil comprend un second repère visuel disposé sur le bâti et configuré pour déterminer une position verticale du module à partir de laquelle le module doit être indexé par rapport à l'outil ;
- 20 - le second repère visuel se présente sous la forme d'une ligne horizontale ;
- chacun des trois supports comprend un évidement configuré pour permettre le passage d'une rangée annulaire d'aubes rapportées sur le tambour.

La présente invention concerne encore un procédé de dépose d'un disque de soufflante seul d'un module d'axe longitudinal X d'une turbomachine comprenant un rotor et un stator, le rotor comprenant le disque de soufflante, un tambour et une pièce d'étanchéité annulaire centrés sur l'axe X et fixés les uns aux autres via une rangée circulaire de boulons comportant chacun une vis et un écrou, chaque vis traversant un organe de retenue disposé à l'intérieur du rotor, chaque organe de retenue présentant au moins deux pattes en regard disposées autour d'une tête de la vis et en

saillie par rapport à la tête, le stator étant centré sur l'axe X et entourant le tambour, le stator étant longitudinalement délimité par un redresseur disposé à l'opposé du disque de soufflante, le redresseur comprenant une virole externe présentant une bride, au moyen de l'outil tel que décrit

5 précédemment, le procédé comprenant chronologiquement les étapes consistant à :

- a) retirer deux boulons prédéterminés ci-après qualifiés de boulons de référence de manière à disposer de deux orifices libres au niveau du rotor, l'écart angulaire entre les boulons de référence étant égal à l'écart
- 10 angulaire entre les deux trous du plateau ;
- b) positionner le module au-dessus de l'outil en position verticale de sorte que l'axe longitudinal X du module soit sensiblement vertical et sensiblement coaxial avec l'axe vertical Z de l'outil, le disque de soufflante étant alors verticalement au-dessus du tambour ;
- 15 c) aligner un des orifices libres avec le premier repère visuel de manière à orienter angulairement le module par rapport à l'outil ;
- d) indexer le module par rapport à l'outil en introduisant depuis l'extérieur du module deux doigts d'indexage, chaque doigt d'indexage traversant un orifice libre du rotor puis un trou du plateau ;
- 20 e) mettre en appui les têtes des vis sur les pions du plateau, le tambour entourant alors le plateau ;
- f) mettre en appui la bride du redresseur sur les surfaces d'appui des trois supports ;
- g) retirer l'ensemble des écrous des boulons ;
- 25 h) extraire de manière contrôlée le disque de soufflante seul via au moins un extracteur ;
- i) déposer le disque de soufflante seul.

Un tel procédé permet de déposer le disque de soufflante seul, au moyen de l'outil, tout en conservant le reste du module assemblé. Ainsi, lors d'une

30 opération de maintenance portant uniquement sur le disque de soufflante, la mise en place d'un tel procédé permet un important gain de productivité.

En outre, un tel procédé permet de déposer le disque de soufflante seul sans endommager les autres composants du module, et notamment les organes de retenue et les vis.

Le procédé selon l'invention peut comprendre une ou plusieurs des caractéristiques et/ou étapes suivantes, prises isolément les unes des autres ou en combinaison les unes avec les autres :

- le disque de soufflante est extrait lors de l'étape h) via trois extracteurs répartis de manière régulière autour de l'axe Z, l'extraction étant contrôlée en dévissant progressivement trois écrous d'extraction préalablement
- 10 vissés sur trois vis situées chacune à proximité de l'un des trois extracteurs, et en insérant progressivement des cales autour des trois vis munies d'écrous d'extraction entre le disque de soufflante et le tambour, les écrous d'extraction et les cales étant dans un matériau non métallique ;
- l'étape h) comprend les sous-étapes consistant à :
 - 15 h1) disposer chaque écrou d'extraction à une distance D d'une face supérieure d'un lobe correspondant du disque de soufflante, la face supérieure étant disposée en regard de l'écrou d'extraction ;
 - h2) actionner les trois extracteurs de sorte que chaque face supérieure soit en contact avec l'écrou d'extraction correspondant ;
 - 20 h3) disposer une ou plusieurs cales présentant une hauteur totale H autour de chaque vis munie d'un écrou d'extraction entre le disque de soufflante et le tambour, la hauteur totale H étant égale à la distance D ;
- l'étape d) est réalisée lorsque la bride du redresseur se situe verticalement au niveau d'un second repère visuel disposé sur le bâti de
- 25 l'outil ;
- le module est maintenu lors des étapes a) à f) via un premier outillage de manipulation sur lequel est positionné et maintenu le module, le premier outillage de manipulation comprenant au moins une paire de premiers tourillons opposés, chacun des premiers tourillons étant lié à une patte
- 30 d'attache d'un système de levage ;
- le premier outillage de manipulation est configuré pour permettre de régler

longitudinalement sur une plage prédéterminée le positionnement du rotor vis-à-vis du stator ou inversement ;

- le disque de soufflante est maintenu lors des étapes g) à i) via un second outillage de manipulation sur lequel est positionné et maintenu le disque de soufflante, le second outillage de manipulation comprenant au moins une
- 5 paire de seconds tourillons opposés, chacun des seconds tourillons étant lié à une patte d'attache d'un système de levage.

Brève description des figures

- 10 L'invention sera mieux comprise et d'autres détails, caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description suivante faite à titre d'exemple non limitatif et en référence aux dessins annexés dans lesquels :

[Fig.1] la figure 1 est une vue en écorché et en perspective illustrant le module dans un second état E2 ;

[Fig.2] la figure 2 est une vue en demi-coupe axiale illustrant le module dans un premier état E1 ;

[Fig.3] la figure 3 est une vue de détail de la figure 2 illustrant notamment l'assemblage d'un disque de soufflante, d'un tambour et d'une pièce

20 d'étanchéité annulaire via des boulons ;

[Fig.4] la figure 4 est une vue en perspective d'un outil pour déposer le disque de soufflante du module illustré sur les figures 1 à 3 ;

[Fig.5] la figure 5 est une vue de détail de la figure 4 ;

[Fig.6] la figure 6 est une vue en perspective du module positionné en position horizontale dans le cadre d'un procédé de dépose d'un disque de soufflante d'un module illustré sur les figures 1 à 3 au moyen d'un outil

25 illustré sur les figures 4 et 5 ;

[Fig.7] la figure 7 est une vue en perspective illustrant une étape consistant à retirer deux boulons de référence de manière à disposer de deux orifices

30 libres ;

[Fig.8] la figure 8 est une vue de détail de la figure 7 illustrant un orifice libre ;

[Fig.9] la figure 9 est une vue en perspective illustrant une étape consistant à aligner un des orifices libres avec un premier repère visuel de l'outil ;

- 5 [Fig.10] la figure 10 est une vue en perspective illustrant une étape consistant à indexer le module par rapport à l'outil ;

[Fig.11] la figure 11 est une vue en demi-coupe axiale illustrant une étape consistant à mettre en appui des têtes de vis sur des pions d'un plateau de l'outil ;

- 10 [Fig.12] la figure 12 est une vue en perspective illustrant une étape consistant à mettre en appui une bride d'un redresseur du module sur des surface d'appui de supports ;

[Fig.13] la figure 13 est une vue en perspective illustrant une étape consistant à extraire de manière contrôlée le disque de soufflante ;

- 15 [Fig.14] la figure 14 est une vue de détail de la figure 13 ;

[Fig.15] la figure 15 est une vue en perspective illustrant une sous-étape consistant à disposer des écrous d'extraction sur des vis ;

[Fig.16] la figure 16 est une vue en perspective illustrant une sous-étape consistant à actionner des extracteurs ;

- 20 [Fig.17] la figure 17 est une vue en perspective illustrant une sous-étape consistant à intercaler une ou plusieurs cales ;

[Fig.18] la figure 18 est une vue en perspective illustrant une étape consistant à déposer le disque de soufflante seul.

25 **Description détaillée de l'invention**

Sur les figures 1 et 2 est représenté un module 1 (module compresseur basse pression) d'une turbomachine défini suivant un axe longitudinal X et comprenant un rotor 2 et un stator 3 indépendants l'un par rapport à l'autre, et autrement dit le rotor 2 et le stator 3 ne sont pas guidés l'un par rapport à

- 30 l'autre via par exemple un palier. L'axe longitudinal X du module 1 est

confondu avec l'axe longitudinal de la turbomachine, lorsque le module 1 est en place dans la turbomachine.

Dans la présente demande, les termes « interne » et « externe » associés aux différents composants du module 1 sont définis par rapport à l'axe longitudinal X.

Plus précisément, le rotor 2 comprend un disque de soufflante 4, un tambour 5 et une pièce d'étanchéité annulaire 6 centrés sur l'axe X et fixés les uns aux autres via une rangée circulaire de boulons 7 comportant chacun une vis 8 et un écrou 9. Chaque vis 8 traverse un organe de retenue 10 disposé à l'intérieur du rotor 2. Chaque organe de retenue 10 présente au moins deux pattes 11 en regard disposées autour d'une tête 12 de la vis 8 et en saillie par rapport à la tête 12.

Le stator 3 est centré sur l'axe X et entoure le tambour 5. Le stator 3 est longitudinalement délimité par un redresseur r4 disposé à l'opposé du disque de soufflante 4, le redresseur r4 comprenant une virole externe 14 présentant une bride 15.

Selon le mode de réalisation illustré sur les figures et notamment les figures 1 à 3, le disque de soufflante 4 est disposé en amont du tambour 5 et comprend une pluralité d'alvéoles destinées chacune à recevoir une aube de soufflante (non incluse dans le module 1). Le disque de soufflante 4 présente une pluralité de lobes 16 répartis de manière régulière autour de l'axe X au niveau de son extrémité aval, ces lobes 16 formant une bride. Le disque de soufflante 4 est partiellement représenté sur la figure 2. La tête 12 de chaque vis 8 est disposée à l'intérieur du rotor 2. L'écrou 9 de chaque boulon 7 est disposé à l'extérieur du rotor 2. Chaque vis 8 traverse successivement, depuis la tête 12 jusqu'à l'écrou correspondant 9, un trou débouchant pratiqué dans l'organe de retenue correspondant 10, un trou débouchant pratiqué dans la pièce d'étanchéité 6, un trou débouchant pratiqué dans une bride du tambour 5 et un trou débouchant pratiqué dans un lobe 16 du disque de soufflante 4. Les vis 8 présentent ici une tête 12 carré.

- Tel qu'illustré sur la figure 3, chaque organe de retenue 10 est disposé longitudinalement entre la tête 12 de la vis correspondante 8 et la pièce d'étanchéité 6. Chaque organe de retenue 10 comprend quatre pattes 11 en regard deux à deux qui entourent la tête 12 de la vis correspondante 8, les pattes 11 faisant saillie par rapport à la tête 12. Les organes de retenue 10 et les têtes 12 des vis 8 sont disposés dans une rainure circulaire 17 commune de la pièce d'étanchéité 6. Un organe de retenue 10 permet de maintenir en place la tête 12 de la vis correspondante 8 (située à l'intérieur du rotor 2) lors du retrait de l'écrou associé 9 (situé à l'extérieur du rotor 2).
- La pièce d'étanchéité 6 est également emmanchée sur une avancée 18 du disque de soufflante 4 au niveau de son extrémité interne et crochétée sur une avancée 19 du tambour 5 au niveau de son extrémité externe.
- Tel qu'illustré sur la figure 2, le rotor 2 comprend également quatre rangées annulaires d'aubes 20 rapportées sur le tambour 5 et disposées les unes derrière les autres, chaque rangée d'aubes 20 étant plus communément appelée « roue mobile ». Les quatre roues mobiles sont respectivement numérotées, d'amont en aval, roue R2 (pour roue n°2) à roue R5 (pour roue n°5), la roue R1 (pour roue n°1) étant considérée comme étant la soufflante.
- Selon le mode de réalisation illustré sur les figures et notamment la figure 2, le stator 3 comprend cinq redresseurs annulaires intercalés entre les roues mobiles. Les cinq redresseurs sont numérotés, d'amont en aval, redresseur r1 (pour redresseur n°1) à redresseur r5 (pour redresseur n°5). Le premier redresseur r1 est associé à la soufflante de sorte à former l'étage n°1, les suivants étant chacun associés à une roue (roues R2 à R5) de sorte à former les étages suivants (étage n°2 à étage n°5). Chaque redresseur r1 à r5 comprend une virole interne 13 et une virole externe 14 reliées l'une à l'autre par une rangée annulaire d'aubes 21. Les aubes 21 sont par exemple soudées aux viroles interne et externe 13, 14 de sorte à former un ensemble mécanosoudé. Les viroles externes 14 de l'ensemble des redresseurs r1 à r5 sont bridées les unes aux autres.

Par convention, dans la présente demande, les termes « amont » et « aval » sont définis par rapport au sens de circulation des gaz dans le module 1, les gaz traversant successivement les différents étages.

La figure 2 illustre le module 1 dans un premier état E1 correspondant au module 1 tel qu'il se trouve au moment de sa réception pour subir une
5 opération de maintenance.

La figure 1 illustre le module 1 dans un second état E2 dans lequel le cinquième redresseur r5 a été retiré, la virole externe 14 du quatrième redresseur r4 présentant alors une bride libre 15. Le second état E2
10 correspond ici à l'état dans lequel se trouve le module 1 pour déposer le disque de soufflante 4 seul.

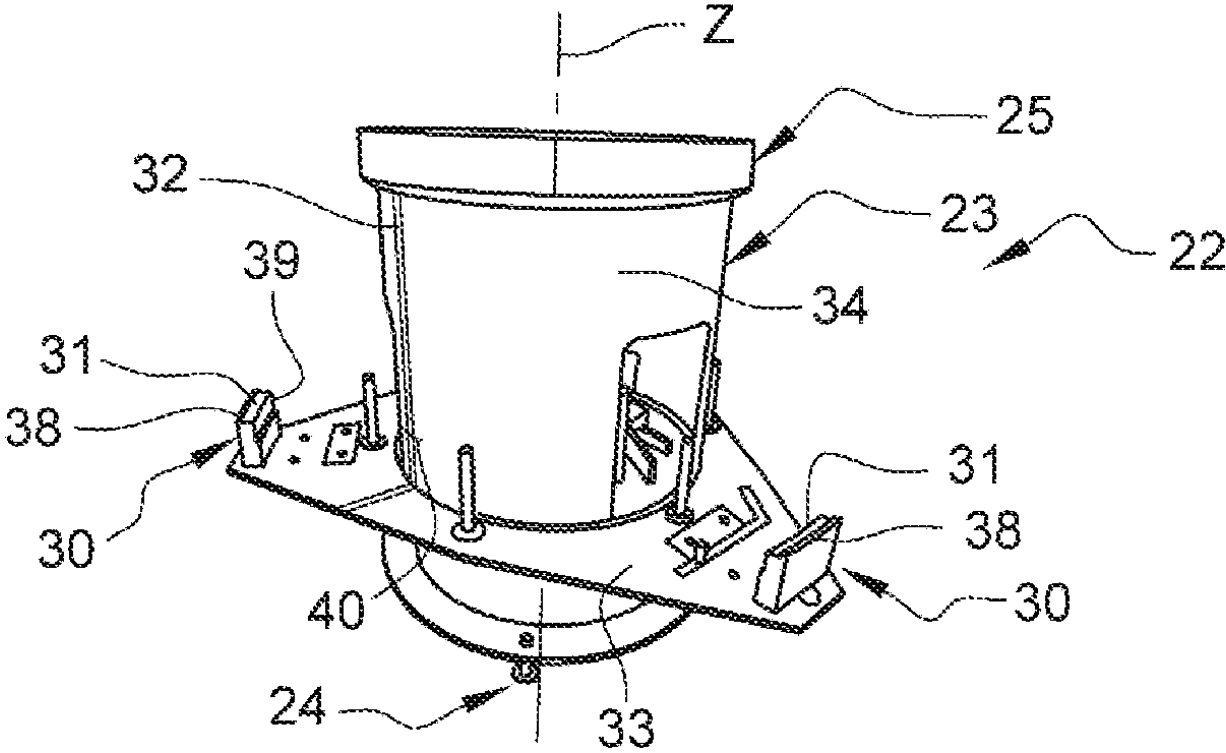
Un module 1 se trouvant dans un troisième état E3 correspond à un module 1 se trouvant dans un second état E2 auquel il a été enlevé le disque de soufflante 4.

15 Le disque de soufflante 4 seul est déposé (ou enlevé) d'un module 1 se trouvant dans un second état E2 au moyen d'un outil 22.

Selon l'invention, l'outil 22 est défini suivant un axe vertical Z et comprend :

- un bâti 23 comprenant des moyens d'appui au sol 24 ;
- un plateau 25 annulaire centré sur l'axe Z et solidaire du bâti 23, ce
20 plateau 25 comprenant des première et seconde rangées 26a, 26b circulaires de pions 27 ainsi que deux trous 28 disposés autour de l'axe Z suivant un pas régulier, chacun des deux trous 28 étant disposé entre les première et seconde rangées 26a, 26b, chacun des pions 27 étant configuré pour supporter la tête 12 d'une vis 8 de manière à ne pas
25 dégrader les pattes 11 des organes de retenue 10, chaque trou 28 étant configuré pour recevoir un doigt d'indexage 29 du module 1 par rapport à l'outil 22 ;
- au moins trois supports 30 répartis de manière régulière autour de l'axe Z et solidaires du bâti 23, chaque support 30 comprenant une surface d'appui
30 31, les surfaces d'appui 31 étant coplanaires et étant configurées pour supporter la bride 15 du redresseur r4 du module 1, les trois supports 30

[Fig.4]



protéger le plateau 25 de la chaleur lors de l'emmanchement du disque de soufflante réparé (ou d'un nouveau disque de soufflante). En effet, pour réaliser l'emmanchement, la pièce d'étanchéité 6 est chauffée à une température prédéterminée.

- 5 Les surfaces d'appui 31 se trouvent dans un même plan perpendiculaire à l'axe Z. Chaque surface d'appui 31 se situe à une extrémité supérieure du support correspondant 30. Chaque surface d'appui 31 se présente sous la forme d'un secteur annulaire et est délimitée extérieurement par une bordure 38. Les trois supports sont 30 disposés par rapport aux pions 27
- 10 de sorte que les têtes 12 prennent appui avant la bride 15 lors de la mise en position du module 1 sur l'outil 22. Chaque support 30 comprend un évidement 39 orienté du côté de l'axe vertical Z et configuré pour permettre le passage de la cinquième roue R5, lors de la mise en position du module 1 sur l'outil 22. Les supports 30 peuvent être réglables par rapport à la
- 15 plateforme 33 suivant une direction perpendiculaire à l'axe Z.

Le premier repère visuel 32 se présente sous la forme d'une ligne verticale 32 disposée sur la périphérie du fût 34 et la périphérie du plateau 25, cette ligne verticale 32 étant configurée pour orienter angulairement le module 1 par rapport à l'outil 22. Ce premier repère visuel 32 peut être obtenu via

20 l'application d'une ou plusieurs bandes autocollantes.

L'outil 22 comprend un second repère visuel 40 qui se présente sous la forme d'une ligne horizontale 40 disposée sur la périphérie du fût 34, cette ligne horizontale 40 étant configurée pour déterminer une position verticale du module 1 à partir de laquelle le module 1 doit être indexé par rapport à

25 l'outil 22. La ligne horizontale croise ici la ligne verticale. De la même manière que le premier repère visuel 32, ce second repère visuel 40 peut être obtenu via l'application d'une ou plusieurs bandes autocollantes.

Avantageusement, le plateau 25 et les supports 30 sont réalisés dans un matériau non métallique, de manière à ne pas endommager le module 1.

30 Le plateau 25 et les supports 30 sont par exemple réalisés en téflon®.

La dépose (ou l'enlèvement) d'un disque de soufflante 4 seul d'un module 1 se trouvant dans un second état E2, au moyen de l'outil 22, est réalisée selon un procédé comprenant chronologiquement les étapes consistant à :

- a) retirer deux boulons 7 prédéterminés ci-après qualifiés de boulons de référence de manière à disposer de deux orifices libres 41 au niveau du rotor 2, l'écart angulaire entre les boulons de référence étant égal à l'écart angulaire entre les deux trous 28 du plateau 25 ; (Figures 6 à 8)
- b) positionner le module 1 au-dessus de l'outil 22 en position verticale de sorte que l'axe longitudinal X du module 1 soit sensiblement vertical et sensiblement coaxial avec l'axe vertical Z de l'outil 22, le disque de soufflante 4 étant alors verticalement au-dessus du tambour 5 ;
- c) aligner un des orifices libres 41 avec le premier repère visuel 32 de manière à orienter angulairement le module 1 par rapport à l'outil 22 ; (Figure 9)
- d) indexer le module 1 par rapport à l'outil 22 en introduisant depuis l'extérieur du module 1 deux doigts d'indexage 29, chaque doigt d'indexage 29 traversant un orifice libre 41 du rotor 2 puis un trou 28 du plateau 25 ; (Figure 10)
- e) mettre en appui les têtes 12 des vis 8 sur les pions 27 du plateau 25, le tambour 5 entourant alors le plateau 25 ; (Figure 11)
- f) mettre en appui la bride 15 du redresseur r4 sur les surfaces d'appui 31 des supports 30 ; (Figure 12)
- g) retirer l'ensemble des écrous 9 des boulons 7 ;
- h) extraire de manière contrôlée le disque de soufflante 4 seul via au moins un extracteur 42 ; (Figures 13 à 17)
- i) déposer le disque de soufflante 4 seul. (Figure 18)

Tel que mentionné ci-dessus, le procédé est mis en œuvre sur un module 1 se trouvant dans un second état E2, et autrement dit un module 1 auquel il a été retiré le cinquième redresseur r5.

- Le module 1 est maintenu lors des étapes a) à f) via un premier outillage de manipulation 43 sur lequel est positionné et maintenu le module 1, le

premier outillage de manipulation 43 comprenant au moins une paire de premiers tourillons opposés 44, 45, chacun des premiers tourillons 44, 45 étant lié à une patte d'attache 46 d'un système de levage 47.

Selon le mode de réalisation illustré sur les figures et notamment les figures 5 6 à 12, le premier outillage de manipulation 43 comprend une première partie 48 apte à se fixer au rotor 2 du module 1 et une seconde partie 49 apte à se fixer au stator 3 du module 1. Le premier outillage de manipulation 43 comprend des moyens de réglage configuré pour régler longitudinalement sur une plage prédéterminée le positionnement de la 10 première partie 48 (rotor 2) vis-à-vis de la seconde partie 49 (stator 3) ou inversement. Tel que mentionné ci-dessus, le rotor 2 et le stator 3 sont indépendants l'un par rapport à l'autre. Ce réglage longitudinal est notamment utilisé pour garantir que les têtes 12 des vis 8 prennent appui avant la bride 15 lors de la mise en position du module 1 sur l'outil 22. Le 15 premier outillage de manipulation 43 comprend une paire de tourillons médians 44 et une paire de tourillons d'extrémité 45. Chacune des paires de tourillons 44, 45 est apte à être attachée à un système de levage indépendant 47. Chaque système de levage 47 comprend par exemple un dispositif de levage (tel qu'un treuil) (non représenté), un palonnier 50 et 20 deux pattes d'attache 46.

Avantageusement, tel qu'illustré sur les figures 6 à 8, lors de l'étape a), le module 1 est en position horizontale de sorte que l'axe longitudinal X du module 1 soit sensiblement parallèle au sol sur lequel repose l'outil 22. Le premier outillage de manipulation 43 est lié à un premier système de levage 25 47 via les tourillons médians 44 et à un second système de levage 47 via les tourillons d'extrémité 45.

Tel qu'illustré sur les figures 6 à 8, lors de l'étape a), un opérateur retire les boulons 7 placés à 3h et 9h par analogie au cadran d'une horloge. Les boulons 7 placés à 3h et 9h sont ainsi considérés comme étant les boulons 30 de référence. L'écart angulaire entre les deux boulons de référence est bien égal à l'écart angulaire entre les deux trous 28 du plateau 25, à savoir

180 degrés. A l'issue de l'étape a), les orifices libres 41 se trouvent alors à 3h et 9h.

Tel qu'illustré sur les figures 9 à 12, lors des étapes b) à f), le module 1 est en position verticale, le disque de soufflante 4 étant alors verticalement au-dessus du tambour 5. Le premier outillage de manipulation 43 est lié à un

5 unique système de levage 47 via les tourillons d'extrémité 45.
Tel qu'illustré sur la figure 9, lors de l'étape c), un opérateur contrôle le premier outillage de manipulation 43 de sorte à aligner un des orifices libres 41 (identifiable via l'absence de l'écrou) avec la ligne verticale (premier

10 repère visuel 32). Cette étape c) permet d'aligner les deux orifices libres 41 avec les deux trous 28 du plateau 25.
Tel qu'illustré sur la figure 10, l'étape d) est réalisée lorsque la bride libre 15 du redresseur r4 se situe verticalement au niveau de la ligne horizontale (second repère visuel 40). Un opérateur introduit alors successivement,

15 depuis l'extérieur du module 1, les deux doigts d'indexage 29. Chaque doigt d'indexage 29 traverse un orifice libre 41 du rotor 2 et un trou 28 du plateau 25.
Tel qu'illustré sur la figure 11, lors de l'étape e), le module 1 est descendu de manière à mettre en appui les têtes 12 des vis 8 sur les pions 27 du

20 plateau 25. Il est primordial de mettre en appui dans un premier temps le rotor 2 (les têtes 12 des vis 8) puis dans un second temps le stator 3 (bride 15 du redresseur r4) afin d'éviter tout mouvement inopiné du rotor 2 lors du retrait du premier outillage de manipulation 43. Lors de cette étape e), il est possible d'utiliser les moyens de réglage du premier outillage de

25 manipulation 43 afin de déplacer longitudinalement le rotor 2 vis-à-vis du stator 3 ou inversement.
Tel qu'illustré sur la figure 12, lors de l'étape d), la bride 15 du redresseur r4 est mise en appui sur les surfaces d'appui 31 des supports 30. Les évidements 39 permettent le passage de la cinquième roue R5. Lors de

30 cette étape d), il est possible de régler les supports 30 par rapport à la plateforme 33.

Le procédé comprend, entre les étapes f) et g), une étape f1) consistant à retirer le premier outillage de manipulation 43 du module 1.

Le disque de soufflante 4 est maintenu lors des étapes g) à i) via un second outillage de manipulation 51 sur lequel est positionné et maintenu le disque de soufflante 4, le second outillage de manipulation 51 comprenant au moins une paire de seconds tourillons opposés 52, chacun des seconds tourillons 52 étant lié à une patte d'attache 46 d'un système de levage 47.

Selon le mode de réalisation illustré sur les figures et notamment les figures 13 à 18, le second outillage de manipulation 51 comprend un premier élément de levage 53 et un second élément de levage 54 aptes à se fixer au disque de soufflante 4. Les premier et second éléments 53, 54 de levage sont disposés de manière symétrique par rapport à l'axe X. Chacun des éléments de levage 53, 54 comprend un tourillon 52, les tourillons 52 étant aptes à être attachés à un système de levage 47. Le système de levage 47 comprend par exemple un dispositif de levage (tel qu'un treuil) (non représenté), un palonnier 50 et deux pattes d'attache 46.

Tel qu'illustré sur les figures 13 à 17, le disque de soufflante 4 est extrait lors de l'étape h) via trois extracteurs 42 répartis de manière régulière autour de l'axe Z. L'extraction est contrôlée en dévissant progressivement trois écrous d'extraction 55 préalablement vissés sur trois vis 8 situées chacune à proximité de l'un des trois extracteurs 42, et en insérant progressivement des cales 56 autour des trois vis 8 munies d'écrous d'extraction 55 entre le disque de soufflante 4 et le tambour 5, les écrous d'extraction 55 et les cales 56 étant dans un matériau non métallique.

Tel qu'illustré sur les figures 13 et 14, chaque extracteur 42 comprend un premier bras 57 et un second bras 58 articulés l'un par rapport à l'autre, le premier bras 57 étant en appui sur le disque de soufflante 4 et le second bras 58 étant en appui sur la pièce d'étanchéité annulaire 6. Chaque extracteur 42 comprend un actionneur 59 hydraulique articulé par rapport aux premier et second bras 57, 58, cet actionneur 59 hydraulique étant configuré pour écarter les premier et second bras 57, 58 l'un par rapport et

l'autre, et ainsi extraire verticalement le disque de soufflante 4 seul de la pièce d'étanchéité 6 sur laquelle il est emmanché.

Les cales 56 permettent d'éviter toute inclinaison du disque de soufflante 4 lors d'une baisse de pression hydraulique au niveau des extracteurs 42.

- 5 Avantageusement, les écrous d'extraction 55 et les cales 56 sont réalisés dans un matériau non métallique, de manière à ne pas endommager les vis 8. Les écrous d'extraction 55 et les cales 56 sont par exemple réalisés en téflon®.

- 10 Tel qu'illustré sur les figures 15 à 17, l'étape h) comprend chronologiquement les sous-étapes consistant à :

h1) disposer chaque écrou d'extraction 55 à une distance D d'une face supérieure 60 d'un lobe correspondant 16 du disque de soufflante 4, la face supérieure 60 étant disposée en regard de l'écrou d'extraction 55 ; (Figure 15)

- 15 h2) actionner les trois extracteurs 42 de sorte que chaque face supérieure 60 soit en contact avec l'écrou d'extraction 55 correspondant ; (Figure 16)

h3) disposer une ou plusieurs cales 56 présentant une hauteur totale H autour de chaque vis 8 munie d'un écrou d'extraction 55 entre le disque de soufflante 4 et le tambour 5, la hauteur totale H étant égale à la distance D.

- 20 (Figure 17)

Les sous-étapes h1) à h3) sont répétées de manière à surélever au maximum le disque de soufflante 4 par rapport au tambour 5. A titre d'exemple, l'écrou 9 est disposé à une distance $D = 6 \text{ mm}$ pour débiter l'extraction puis l'écrou 9 est dévissé de 3 mm à chaque réitération des

25 étapes h1) à h3) de sorte que le disque de soufflante 4 soit distant de 15 mm du tambour 5 à l'issue de quatre cycles.

Une telle extraction du disque de soufflante 4 permet d'obtenir une extraction verticale et d'empêcher tout contact entre les vis 8 et les trous pratiqués dans les lobes 16 du disque de soufflante 4.

- 30 Tel qu'illustré sur les figures 13 à 18, lors des étapes h) et i), les vis 8 sont toujours en place (excepté les deux vis de référence).

- A l'issue des étapes a) à i), le module 1 se trouve dans son troisième état E3. La repose (ou la mise en place) du disque de soufflante réparé (ou d'un nouveau disque de soufflante) est effectuée directement sur le module 1 tel qu'il était à la suite du procédé précité, à savoir dans son troisième état E3
- 5 et placé sur l'outil 22. Le même outil 22 permet ainsi de réaliser la dépose du disque de soufflante 4 mais également la repose. Lors de la repose, il faut veiller à orienter correctement le disque de soufflante réparé en alignant un repère associé au disque de soufflante réparé (par exemple une encoche) avec les repères des autres composants du module 1.
- 10 de la repose du disque de soufflante réparé, la pièce d'étanchéité 6 du module 1 est chauffée afin de permettre l'emmanchement du disque de soufflante réparé dans la pièce d'étanchéité 6 du module 1.

REVENDICATIONS

1. Outil (22) pour déposer un disque de soufflante (4) seul d'un module (1) d'axe longitudinal (X) d'une turbomachine comprenant un rotor (2) et un stator (3), le rotor (2) comprenant le disque de soufflante (4), un tambour (5) et une pièce d'étanchéité annulaire (6) centrés sur l'axe (X) et fixés les uns aux autres via une rangée circulaire de boulons (7) comportant chacun une vis (8) et un écrou (9), chaque vis (8) traversant un organe de retenue (10) disposé à l'intérieur du rotor (2), chaque organe de retenue (10) présentant au moins deux pattes (11) en regard disposées autour d'une tête (12) de la vis (8) et en saillie par rapport à la tête (12), le stator (3) étant centré sur l'axe (X) et entourant le tambour (5), le stator (3) étant longitudinalement délimité par un redresseur (r4) disposé à l'opposé du disque de soufflante (4), le redresseur (r4) comprenant une virole externe (14) présentant une bride (15), l'outil (22) d'axe vertical (Z) comprenant :
- un bâti (23) comprenant des moyens d'appui au sol (24) ;
 - un plateau (25) annulaire centré sur l'axe (Z) et solidaire du bâti (23), ce plateau (25) comprenant des première et seconde rangées (26a, 26b) circulaires de pions (27) ainsi que deux trous (28) disposés autour de l'axe (Z) suivant un pas régulier, chacun des deux trous (28) étant disposé entre les première et seconde rangées (26a, 26b), chacun des pions (27) étant configuré pour supporter la tête (12) d'une vis (8) de manière à ne pas dégrader les pattes (11) des organes de retenue (10), chaque trou (28) étant configuré pour recevoir un doigt d'indexage (29) du module (1) par rapport à l'outil (22) ;
 - au moins trois supports (30) répartis de manière régulière autour de l'axe (Z) et solidaires du bâti (23), chaque support (30) comprenant une surface d'appui (31), les surfaces d'appui (31) étant coplanaires et étant configurées pour supporter la bride (15) du redresseur (r4) du module (1), les trois supports (30) étant verticalement situés au-dessous du plateau (25) ;

- un premier repère visuel (32) disposé sur le bâti (23) et configuré pour orienter angulairement le module (1) par rapport à l'outil (22).

2. Outil (22) selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'outil (22)
5 comprend un second repère visuel (40) disposé sur le bâti (23) et configuré pour déterminer une position verticale du module (1) à partir de laquelle le module (1) doit être indexé par rapport à l'outil (22).

3. Outil (22) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en
10 ce que chacun des trois supports (30) comprend un évidement (39) configuré pour permettre le passage d'une rangée annulaire d'aubes (20) rapportées sur le tambour (5).

4. Procédé de dépose d'un disque de soufflante (4) seul d'un module
15 (1) d'axe longitudinal (X) d'une turbomachine comprenant un rotor (2) et un stator (3), le rotor (2) comprenant le disque de soufflante (4), un tambour (5) et une pièce d'étanchéité annulaire (6) centrés sur l'axe (X) et fixés les uns aux autres via une rangée circulaire de boulons (7) comportant chacun une vis (8) et un écrou (9), chaque vis (8) traversant un organe de retenue
20 (10) disposé à l'intérieur du rotor (2), chaque organe de retenue (10) présentant au moins deux pattes (11) en regard disposées autour d'une tête (12) de la vis (8) et en saillie par rapport à la tête (12), le stator (3) étant centré sur l'axe (X) et entourant le tambour (5), le stator (3) étant longitudinalement délimité par un redresseur (r4) disposé à l'opposé du
25 disque de soufflante (4), le redresseur (r4) comprenant une virole externe (14) présentant une bride (15), au moyen de l'outil (22) selon l'une des revendications 1 à 3, le procédé comprenant chronologiquement les étapes consistant à :

a) retirer deux boulons (7) prédéterminés ci-après qualifiés de boulons de
30 référence de manière à disposer de deux orifices libres (41) au niveau du

- rotor (2), l'écart angulaire entre les boulons de référence étant égal à l'écart angulaire entre les deux trous (28) du plateau (25) ;
- b) positionner le module (1) au-dessus de l'outil (22) en position verticale de sorte que l'axe longitudinal (X) du module (1) soit sensiblement vertical et sensiblement coaxial avec l'axe vertical (Z) de l'outil (22), le disque de soufflante (4) étant alors verticalement au-dessus du tambour (5) ;
- c) aligner un des orifices libres (41) avec le premier repère visuel (32) de manière à orienter angulairement le module (1) par rapport à l'outil (22) ;
- d) indexer le module (1) par rapport à l'outil (22) en introduisant depuis l'extérieur du module (1) deux doigts d'indexage (29), chaque doigt d'indexage (29) traversant un orifice libre (41) du rotor (2) puis un trou (28) du plateau (25) ;
- e) mettre en appui les têtes (12) des vis (8) sur les pions (27) du plateau (25), le tambour (5) entourant alors le plateau (25) ;
- f) mettre en appui la bride (15) du redresseur (r4) sur les surfaces d'appui (31) des trois supports (30) ;
- g) retirer l'ensemble des écrous (9) des boulons (7) ;
- h) extraire de manière contrôlée le disque de soufflante (4) seul via au moins un extracteur (42) ;
- i) déposer le disque de soufflante (4) seul.

5. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que le disque de soufflante (4) est extrait lors de l'étape h) via trois extracteurs (42) répartis de manière régulière autour de l'axe (Z), l'extraction étant contrôlée en dévissant progressivement trois écrous d'extraction (55) préalablement vissés sur trois vis (8) situées chacune à proximité de l'un des trois extracteurs (42), et en insérant progressivement des cales (56) autour des trois vis (8) munies d'écrous d'extraction (55) entre le disque de soufflante (4) et le tambour (5), les écrous d'extraction (55) et les cales (56) étant dans un matériau non métallique.

6. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que l'étape h) comprend les sous-étapes consistant à :
- h1) disposer chaque écrou d'extraction (55) à une distance (D) d'une face supérieure (60) d'un lobe correspondant (16) du disque de soufflante (4), la
- 5 face supérieure (60) étant disposée en regard de l'écrou d'extraction (55) ;
- h2) actionner les trois extracteurs (42) de sorte que chaque face supérieure (60) soit en contact avec l'écrou d'extraction correspondant (55) ;
- h3) disposer une ou plusieurs cales (56) présentant une hauteur totale (H) autour de chaque vis (8) munie d'un écrou d'extraction (55) entre le disque
- 10 de soufflante (4) et le tambour (5), la hauteur totale (H) étant égale à la distance (D).
7. Procédé selon l'une des revendications 4 à 6, caractérisé en ce que l'étape d) est réalisée lorsque la bride (15) du redresseur (r4) se situe
- 15 verticalement au niveau d'un second repère visuel (40) disposé sur le bâti (23) de l'outil (22).
8. Procédé selon l'une des revendications 4 à 7, caractérisé en ce que le module (1) est maintenu lors des étapes a) à f) via un premier outillage
- 20 de manipulation (43) sur lequel est positionné et maintenu le module (1), le premier outillage de manipulation (43) comprenant au moins une paire de premiers tourillons opposés (44, 45), chacun des premiers tourillons (44, 45) étant lié à une patte d'attache (46) d'un système de levage (47).
- 25 9. Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce que le premier outillage de manipulation (43) est configuré pour permettre de régler longitudinalement sur une plage prédéterminée le positionnement du rotor (2) vis-à-vis du stator (3) ou inversement.
- 30 10. Procédé selon l'une des revendications 4 à 9, caractérisé en ce que le disque de soufflante (4) est maintenu lors des étapes g) à i) via un

second outillage de manipulation (51) sur lequel est positionné et maintenu le disque de soufflante (4), le second outillage de manipulation (51) comprenant au moins une paire de seconds tourillons opposés (52), chacun des seconds tourillons (52) étant lié à une patte d'attache (46) d'un

5 système de levage (47).