

DESCRIPTION

**TITRE : OUTILLAGE D'USINAGE D'UNE COUCHE ANNULAIRE
ABRADABLE D'UN CARTER DE SOUFFLANTE D'UNE TURBOMACHINE
5 D'AERONEF ET PROCEDE D'USINAGE AU MOYEN D'UN TEL
OUTILLAGE**

Domaine technique de l'invention

La présente invention concerne un outillage d'usinage d'une couche annulaire
10 abradable d'un carter de soufflante d'une turbomachine d'aéronef ainsi qu'un
procédé d'usinage au moyen d'un tel outillage.

Arrière-plan technique

L'arrière-plan technique comprend notamment les documents WO-A1-
15 2016/2023141, GB-A-2 240 735, EP-A1-3 017 898 et WO-A1-2023/062302.

Un carter de soufflante assemblé sur une turbomachine d'aéronef a pour
fonction principale de garantir la rétention en cas d'ingestion de débris ou de
perte d'aube de soufflante.

Certaines des fonctions secondaires d'un carter de soufflante sont d'assurer
20 la continuité mécanique en efforts et moments entre une manche d'entrée d'air
et une virole de carter intermédiaire, de permettre la fixation des panneaux de
veine, comme la virole acoustique amont, la cartouche du support de couche
abradable et le panneau acoustique aval.

D'autres fonctions du carter de soufflante sont de permettre la fixation des
25 équipements et supports, de tenir les spécifications au feu et aux fuites et de
permettre la continuité du courant électrique pour la tenue contre la foudre.

Par exemple, sur une turbomachine, un nombre de dix-huit aubes de
soufflante peuvent être installées en vis-à-vis de la couche abradable. Cette
couche abradable, fréquemment en matériau poreux de couleur uni, s'effrite
30 en fonctionnement afin de garantir une veine aérodynamique optimale grâce
aux aubes de soufflante qui viennent en contact avec la couche.

Hors fonctionnement, il est nécessaire de garantir un certain jeu pour assurer
le montage des aubes de soufflante dans le carter de soufflante.

En fonctionnement, l'inertie du disque de soufflante qui est composée entre autres, de toutes les aubes de soufflante, fait que le disque s'écarte afin de combler le jeu de montage mais également afin de créer une veine aérodynamique optimale.

- 5 Pour créer cette veine aérodynamique, les aubes de soufflante viennent en contact avec la couche abrasable et l'effrite au juste besoin.

En fonctionnement, il peut arriver qu'en s'effritant, certains décollements de matériau poreux abrasable se désolidarisent du reste de la surface.

- 10 Ce n'est pas la seule source d'effritement de la couche abrasable car, en fonctionnement, il peut arriver que la soufflante aspire des corps étrangers, ce qui peut endommager la surface abrasable.

- Ces surfaces manquantes ou aspérités, de l'ordre de quelques micromètres, sur une face de la couche abrasable séquentiellement en vis-à-vis des aubes doivent être reconditionner pour éviter notamment des pertes de performances, des problèmes cosmétiques ou encore des risques de dégradation supplémentaire en cas de non remise en conformité.

- 15 Afin de reconditionner la couche annulaire abrasable, il est connu de démonter le carter sur lequel se trouve la couche abrasable en entier afin de le positionner dans un environnement (par exemple un atelier) permettant l'usinage et le reconditionnement de la couche abrasable. Le démontage du carter, son transport vers l'atelier puis les opérations inverses sont peu efficaces, coûteuses et nécessitent la présence d'un atelier spécialisé à proximité du carter.

- 20 Par conséquent, il existe un besoin d'améliorer l'efficacité et la répétabilité de l'usinage d'une couche abrasable d'un carter de soufflante de turbomachine d'aéronef.

La Déposante a déjà proposé un outillage d'usinage d'une couche annulaire abrasable d'un carter de soufflante dans le document FR-A1-3 117 390.

- 25 L'invention apporte un perfectionnement à ce type d'outillage et améliore notamment la qualité d'usinage.

Résumé de l'invention

L'invention propose pour cela un outillage d'usinage d'une couche annulaire abradable d'un carter de soufflante d'une turbomachine d'aéronef, cet outillage étant configuré pour être au moins en partie logé dans ledit carter et comportant :

- 5 - un corps central de centrage configuré pour être fixé à un disque de soufflante de la turbomachine, de façon à être mobile en rotation autour d'un axe de rotation du disque de soufflante,
- un outil d'usinage relié au corps central et comportant au moins un moyen d'usinage configuré pour venir au contact de la couche abradable, et
- 10 - un premier moteur d'entraînement en rotation dudit moyen d'usinage, caractérisé en ce que le corps central comprend ou porte une came de copie qui comprend un profil de came qui est fonction d'un profil de surface désiré pour la couche abradable après usinage, l'outil d'usinage étant mobile par rapport à la came de copie et étant configuré pour suivre le profil de came afin
- 15 que le moyen d'usinage usine la couche abradable en fonction du profil de came.

L'outillage, grâce en particulier à son corps central, peut ainsi être disposé directement à l'intérieur du carter de soufflante quel que soit le positionnement du carter. L'outillage selon l'invention permet d'usiner avec précision la couche

20 abradable grâce à la came de copie qui est sélectionnée en fonction de son profil de came. La couche abradable sera usinée en fonction de ce profil de came ce qui améliore nettement la qualité d'usinage et en particulier les conformités dimensionnelles et géométriques de la couche abradable après usinage.

- 25 Dans la présente demande, on entend par profil de surface, le profil (c'est-à-dire la forme générale) d'une surface en coupe transversale. La surface considérée est la surface annulaire interne de la couche abradable et le profil de cette surface est donc la forme générale de cette surface lorsqu'on considère une coupe transversale de cette couche abradable.
- 30 L'outillage selon l'invention peut comprendre une ou plusieurs des caractéristiques ci-dessous, prises isolément les unes avec les autres ou en combinaison les unes avec les autres :
 - le moyen d'usinage est une fraise boule ;

- l'outillage comprend un second moteur d'entraînement en rotation de l'outil de d'usinage autour dudit axe de rotation ;
- le ou chaque moteur est un moteur électrique du type sans balai ;
- la came de copie est montée de manière amovible et interchangeable sur
5 le corps central ;
- la came de copie comprend une plaque plane dans laquelle est formée une lumière traversante de forme allongée, cette lumière comportant un bord longitudinal qui définit le profil de surface désiré, c'est-à-dire une forme en section axiale d'une surface annulaire interne de la couche abrasable ;
10 l'utilisation d'une lumière est avantageuse car elle permet d'assurer un meilleur guidage ;
- la plaque a une forme générale parallélépipédique ;
- la plaque plane s'étend dans un plan passant par l'axe de rotation ;
- l'outil d'usinage comprend un suiveur, tel qu'un galet, qui est engagé dans
15 la lumière et qui coopère par glissement ou roulement avec ledit bord longitudinal ; le suiveur étant engagé dans la lumière, il ne peut s'écarter du bord longitudinal de guidage ce qui permet d'assurer un guidage optimal ;
- la came de copie est bridée sur le corps central par des équerres de fixation et/ou des vis de serrage ;
20 – ledit moyen d'usinage est logé dans un capot de protection et de confinement de copeaux et poussières, ce capot étant porté par l'outil ;
- le capot est relié par un tuyau à une pompe d'aspiration des copeaux et poussières ;
- l'outillage comprend en outre un outil de mesure relié au corps central et
25 comportant au moins un palpeur configuré pour prendre appui sur ladite couche, cet outil de mesure étant par exemple diamétralement opposé par rapport à l'outil d'usinage vis-à-vis dudit axe de rotation ;
- le corps central est équipé de masses d'équilibrage réglables en position de manière à limiter l'effort nécessaire à l'entraînement en rotation du corps
30 central autour de l'axe de rotation ;

- l'outillage comprend en outre des rehausses de coffrage destinées à être montées de part et d'autre de la couche abradable et à être serrées axialement contre la couche abradable ;
 - la lumière a une largeur légèrement supérieure au diamètre du suiveur ou galet, c'est-à-dire que la largeur représente environ 101 à 120% du diamètre.
- L'invention concerne aussi un procédé d'usinage d'une couche annulaire abradable d'un carter de soufflante d'une turbomachine d'aéronef, au moyen d'un outillage selon l'une des revendications précédentes, comportant les étapes consistant à :
- a) déterminer le profil de surface désiré pour la couche abradable après usinage,
 - b) choisir une came de copie comportant un profil de came qui correspond à ce profil de surface, et la monter de manière amovible sur le corps central, et
 - c) usiner la couche abradable en fonction du profil de came.

15

Brève description des figures

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront au cours de la lecture de la description détaillée qui va suivre pour la compréhension de laquelle on se reportera aux dessins annexés dans lesquels :

- [Fig. 1] la figure 1 est une représentation schématique d'une vue en coupe axiale d'une soufflante d'une turbomachine d'aéronef,
- [Fig. 2] la figure 2 est une représentation schématique d'une vue en perspective d'un carter de soufflante,
- [Fig. 3] la figure 3 est une représentation schématique d'une vue de côté d'un carter de soufflante et d'un outillage d'usinage selon l'invention,
- [Fig. 4] la figure 4 est une représentation schématique d'une vue en coupe axiale d'un outillage d'usinage selon l'invention inséré dans une partie d'un disque de soufflante,
- [Fig. 5] la figure 5 est une représentation schématique d'une vue en perspective d'un corps central de l'outillage d'usinage selon l'invention,
- [Fig. 6] la figure 6 est une représentation schématique d'une vue en coupe axiale de rehausses de l'outillage d'usinage selon l'invention, et

[Fig. 7] la figure 7 est une représentation schématique d'une vue en perspective d'un outil d'usinage et d'une came de copie de l'outillage d'usinage selon l'invention,

5 [Fig. 8] la figure 8 est une représentation schématique d'une autre vue en perspective de l'outil d'usinage et de la came de copie de l'outillage d'usinage selon l'invention,

[Fig. 9] la figure 9 est une représentation schématique d'une autre vue en perspective de la came de copie de l'outillage d'usinage selon l'invention,

10 [Fig. 10] la figure 10 est une représentation schématique d'une vue en perspective et en coupe de la came de copie de l'outillage d'usinage selon l'invention,

[Fig. 11] la figure 11 est une représentation schématique d'une autre vue en perspective et en coupe d'une partie de l'outillage d'usinage selon l'invention, et

15 [Fig. 12] la figure 12 est une représentation schématique en perspective de masses de l'outillage d'usinage selon l'invention de la came de copie de l'outillage.

Description détaillée de l'invention

20 La figure 1 représente partiellement une soufflante d'une turbomachine d'aéronef.

De façon classique, une turbomachine comprend d'amont en aval, c'est-à-dire dans le sens d'écoulement des flux de gaz, une soufflante, un ou plusieurs compresseurs, une chambre de combustion, une ou plusieurs turbines, et une
25 tuyère d'éjection des gaz de combustion sortant de la ou des turbines.

La soufflante 1 comporte un disque 2 à aubes qui est entourée par un carter 3 de soufflante, encore appelé carter de rétention du fait de sa fonction de rétention des aubes en cas de rupture de celles-ci, ou en cas d'entrée de débris dans la soufflante.

30 Comme cela est visible sur la figure 2, le carter 3 de soufflante présente une forme générale cylindrique d'axe de révolution A.

Il comprend une bride annulaire de fixation 3' à chacune de ses extrémités axiales. Ces brides 3' sont utilisées pour fixer le carter 3 à des parois

annulaires de la nacelle de la turbomachine ou à la virole d'un carter intermédiaire en aval.

Comme montré à cette figure 2, une couche en matériau abrasable 10b est présente à l'intérieur du carter 3 de soufflante en étant de révolution dans le carter 3 de soufflante.

Le carter 3 de soufflante s'étend donc autour du disque 2 à aubes de soufflante. Il comprend donc une surface cylindrique interne qui est munie d'une couche annulaire 10b de matière abrasable.

La couche annulaire 10b de matière abrasable, ci-après dénommée couche abrasable 10b, s'étend autour et à faible distance radiale d'une 2a des aubes, ceci séquentiellement lors de la rotation du disque 2 à aubes. Les aubes 2a peuvent en fonctionnement et successivement frotter contre la couche abrasable 10b et l'user par frottement.

Ceci permet d'optimiser les jeux radiaux entre les aubes 2a et le carter 3 de soufflante qui l'entoure et donc de limiter les fuites de gaz aux sommets ou extrémités radialement externes des aubes, et ainsi d'optimiser les performances de la turbomachine.

La couche abrasable 10b peut être supportée par une cartouche de support 4 pleine ou présentant une structure en nid d'abeille. Cette cartouche 4 est généralement rivetée ou vissée sur le carter 3 de soufflante.

Un outillage 20 d'usinage selon l'invention est représenté sur la figure 3 (à l'extérieur du carter 3) et sur la figure 4 (à l'intérieur du carter 3). Un tel outillage 20 est configuré pour usiner la couche abrasable 10b du carter 3 de soufflante 1 dans le but notamment de reconditionner cette couche abrasable 10b.

L'outillage 20 comprend pour cela :

- un corps central 30 de centrage, voire également de fixation, sur le disque 2 de soufflante de la turbomachine, ce corps central 30 étant destiné à être mobile en rotation autour de l'axe A de rotation du disque de soufflante 2,
- un outil 50 d'usinage relié au corps central 30 et comportant au moins un moyen d'usinage, tel qu'une fraise rotative 51, configuré pour venir au contact de la couche abrasable 10b, et
- un premier moteur 52 d'entraînement en rotation de la fraise d'usinage 51.

L'outillage 20 peut en outre comprendre un outil de mesure 40 relié au corps central 30 et comportant au moins un palpeur 41 configuré pour prendre appui sur la couche abradable 10b, cet outil de mesure étant mobile en rotation autour de l'axe A au corps central 30.

- 5 L'outillage 20 peut en outre comprendre un second moteur 32 d'entraînement en rotation, au moins des outils de mesure 40 et d'usinage 50, autour de l'axe A. En variante, cette mise en rotation pourrait être réalisée manuellement par un opérateur autour de l'axe A.

10 Les outils d'usinage 50 et de mesure 40 ainsi que le corps central 30, sont par exemple reliés entre eux par un arbre 90. L'arbre s'étend radialement selon une dimension sensiblement inférieure à celle d'un diamètre intérieur du carter 3 afin de permettre l'insertion axiale de l'outillage 20 dans le carter 3. Les outils d'usinage 50 et de mesure 40 sont notamment sensiblement diamétralement opposés par rapport à l'axe A.

- 15 L'outillage 20 peut être amené à l'intérieur du carter 3 par l'intermédiaire d'un chariot roulant 60, tel que celui décrit dans le document WO-A1-2023/062302 par exemple. L'outillage 20 peut présenter une masse comprise entre 100 et 150 kg.

20 Une fois que l'outillage 20 est centré par rapport au carter 3, il est inséré suivant l'axe A dans le carter 3. Une fois l'outillage 20 inséré à l'intérieur du carter 3, il est fixé au disque 2 de soufflante par l'intermédiaire d'un moyen de fixation 31 que comprend le corps central 30.

L'outillage 20 comprend en outre des moyens de déplacement 58 permettant de déplacer l'outil d'usinage 50 en translation par rapport à l'arbre 90, c'est-à-dire radialement. Ces moyens de déplacement 58 permettent ainsi de
25 positionner la fraise 51 au contact de la couche abradable afin de pouvoir régler la profondeur de passe et donc d'effectuer l'usinage.

Au moins un des premier 52 et second 32 moteurs est électrique et de préférence sans balai pour réduire les nuisances sonores en fonctionnement
30 et améliorer le confort des opérateurs lors de l'usinage.

Chacun des premier 52 et second 32 moteurs peut avoir une commande distincte. Par conséquent, ils peuvent tourner à deux vitesses de rotation distinctes. Il est alors possible d'effectuer une rotation complète de l'outil de

mesure 40 et de l'outil d'usinage 50 avec le palpeur en contact de la couche abradable pour en mesurer son épaisseur sans que la fraise 51 soit mise en rotation.

La fraise 51 peut être logée dans un capot 53 de protection et de confinement
5 de copeaux et poussières, ce capot 53 étant porté par l'outil d'usinage 50.

Le capot 53 est ici relié par un tuyau 54 à une pompe (non représentée) d'aspiration des copeaux et poussières. L'aspirateur permet ainsi de parer à toute aspiration de poussières par les opérateurs. Le capot 53 est par exemple transparent afin d'avoir une visualisation de la fraise 51 et de la couche
10 abradable 10b lors de l'usinage.

Les figures 5 et suivantes montrent différentes parties d'un mode de réalisation plus concret de l'outillage 20 selon l'invention.

La figure 5 montre le corps central 30 de cet outil, qui a une forme générale annulaire et qui est ici porté par le chariot 60 précité.
15

La figure 6 montre des rehausses de coffrage 62, 64 destinées à être montées de part et d'autre de la couche abradable 10b et à être serrées axialement contre la couche abradable 10b.

Ces rehausses 62, 64 servent à reconditionner la couche abradable 10b après son usinage. Les rehausses 62, 64 permettent de créer un coffrage pour
20 appliquer le nouveau matériau abradable.

Une spatule 66 droite se guide dans ou sur les rehausses 62, 64 pour appliquer un nouvel abradable en surépaisseur maîtrisée.

Les figures 7 à 9 montrent que le corps central 30 comprend ou porte une came de copie 70 qui comprend un profil de came 72 qui est fonction d'un profil de surface désiré pour la couche abradable 10b après usinage.
25

L'outil d'usinage 50 est mobile par rapport à la came de copie 70 et est configuré pour suivre le profil de came 72 afin que la fraise 51 usine la couche abradable 10b en fonction du profil de came 72.

La came de copie 70 est de préférence montée de manière amovible sur le corps central 30 afin de pouvoir choisir la came de copie 70 en fonction de son profil de came 72 et adapter ainsi le profil de came 72 au carter 3 de soufflante à usiner. Les couches abradables 10b des carters de soufflante de plusieurs
30

moteurs ou références d'un même moteur peuvent avoir des profils de surface différents. Le nombre de cames de copie 70 disponibles est de préférence égal au nombre de profils de surface différents de ces carters 3 de soufflante. On comprend donc qu'un opérateur doit sélectionner la came de copie 70
5 ayant le profil de surface désiré pour la couche abradable 10b, et monter cette came de copie sur l'outillage 20.

La came de copie 70 peut être bridée sur le corps central 30 par des équerres de fixation 74 et/ou des vis de serrage 76.

Dans l'exemple représenté, la came de copie 70 comprend une plaque plane
10 80 dans laquelle est formée une lumière 82 traversante de forme allongée. Une lumière au sens de l'invention a la particularité d'être entourée et délimitée par un bord périphérique continu. La lumière est donc formée à distance des bords de la plaque 80. La lumière 82 comporte un bord longitudinal 84 qui définit le profil de surface désiré, c'est-à-dire une forme en section axiale d'une
15 surface annulaire interne de la couche abradable 10b.

La plaque 80 a par exemple une forme générale parallélépipédique.

La plaque 80 s'étend de préférence dans un plan passant par l'axe de rotation A.

L'outil d'usinage 50 peut comprendre un suiveur 91, tel qu'un galet, qui est
20 engagé dans la lumière 82 coopère par glissement ou roulement avec le bord longitudinal 84 de la lumière 82.

La lumière 82 a de préférence une largeur légèrement supérieure au diamètre du suiveur ou galet.

La figure 11 montre un système 92 de réglage micrométrique pour régler les
25 profondeurs de passes d'usinage, et un système 93 de positionnement par surfaces coniques et vis de maintien.

La figure 12 montre que le corps central 30 peut être équipé de masses d'équilibrage 94 réglables en position de manière à limiter l'effort nécessaire à l'entraînement en rotation du corps central 30 autour de l'axe de rotation A.

30 Lorsqu'il n'est pas utilisé, l'outillage 20 peut être stocké dans une caisse qui peut en outre servir à son transport.

La présente invention concerne également un procédé de d'usinage d'une couche annulaire abradable 10b d'un carter 3 de soufflante 1 d'une

turbomachine d'aéronef, au moyen de l'outillage 20 décrit dans ce qui précède, comportant les étapes consistant à :

- a) déterminer le profil de surface désiré pour la couche abradable 10b après usinage,
- 5 b) choisir une came de copie 70 comportant un profil de came qui correspond à ce profil de surface, et la monter de manière amovible sur le corps central, et
- c) usiner la couche abradable 10b en fonction du profil de came.

Lors de l'usinage, la veine du carter peut être protégé par des flasques ou
10 similaires, tels que ceux décrits dans le document WO-A1-2023/062302 par exemple.

L'invention apporte plusieurs avantages parmi lesquels :

- une ergonomie améliorée pour les opérateurs, notamment au niveau des nuisances sonores,
- 15 - une conformité dimensionnelle de la couche abradable 41b, qui peut être détectée en direct lors de l'usinage par le palpeur 4 701,
- un temps de reconditionnement plus rapide afin de diminuer autant que possible le temps d'immobilisation du moteur,
- une répétabilité accrue du reconditionnement,
- 20 - un niveau de sécurité élevé pour les opérateurs,
- une adaptabilité de l'outillage aux différentes configurations de profil de surface, grâce à l'interchangeabilité de la came de copie, etc.

REVENDICATIONS

1. Outillage (20) d'usinage d'une couche annulaire abradable (10b) d'un carter (3) de soufflante (1) d'une turbomachine d'aéronef, cet outillage (20)
5 étant configuré pour être au moins en partie logé dans ledit carter (3) et comportant :
 - un corps central (30) de centrage configuré pour être fixé à un disque (2) de soufflante de la turbomachine, de façon à être mobile en rotation autour d'un axe de rotation (A) du disque (2) de soufflante,
 - 10 - un outil (50) d'usinage relié au corps central (30) et comportant au moins un moyen (51) d'usinage configuré pour venir au contact de la couche abradable, et
 - un premier moteur (52) d'entraînement en rotation dudit moyen d'usinage (51),
 - 15 caractérisé en ce que le corps central (30) comprend ou porte une came de copie (70) qui comprend un profil de came (72) qui est fonction d'un profil de surface désiré pour la couche abradable (10b) après usinage, l'outil d'usinage (50) étant mobile par rapport à la came de copie (70) et étant configuré pour suivre le profil de came (72) afin que le moyen d'usinage (51) usine la couche
 - 20 abradable (10b) en fonction du profil de came (72),
 - et en ce que la came de copie (70) comprend une plaque plane (80) dans laquelle est formée une lumière traversante (82) de forme allongée, cette lumière (82) comportant un bord longitudinal (84) qui définit le profil de surface désiré, l'outil d'usinage (51) comprenant un suiveur (91) qui est engagé dans
 - 25 la lumière (82) et qui coopère par glissement ou roulement avec ledit bord longitudinal (84).
2. Outillage (20) selon la revendication 1, dans lequel le moyen d'usinage est une fraise boule (51).
3. Outillage (20) selon la revendication 1 ou 2, dans lequel il comprend un
30 second moteur (32) d'entraînement en rotation de l'outil de d'usinage (50) autour dudit axe de rotation (A).
4. Outillage (20) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le ou chaque moteur (32, 52) est un moteur électrique du type sans balai.

5. Outillage (20) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel la came de copie (70) est montée de manière amovible et interchangeable sur le corps central (30).
6. Outillage (20) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel la plaque (80) a une forme générale parallélipédique.
7. Outillage (20) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel la plaque (80) plane s'étend dans un plan passant par l'axe de rotation.
8. Outillage (20) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le suiveur (91) est un galet.
9. Outillage (20) selon l'une des revendications 5 à 8, dans lequel la came de copie (70) est bridée sur le corps central (30) par des équerres de fixation (74) et/ou des vis de serrage (76).
10. Outillage (20) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel ledit moyen d'usinage (51) est logé dans un capot (53) de protection et de confinement de copeaux et poussières, ce capot (53) étant porté par l'outil d'usinage (50).
11. Outillage (20) selon la revendication 10, dans lequel le capot (53) est relié par un tuyau (54) à une pompe d'aspiration des copeaux et poussières.
12. Outillage (20) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel il comprend en outre un outil de mesure (40) relié au corps central (30) et comportant au moins un palpeur (41) configuré pour prendre appui sur ladite couche (10b), cet outil de mesure (40) étant par exemple diamétralement opposé par rapport à l'outil d'usinage vis-à-vis dudit axe de rotation (A).
13. Outillage (20) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le corps central (30) est équipé de masses d'équilibrage (94) réglables en position de manière à limiter l'effort nécessaire à l'entraînement en rotation du corps central autour de l'axe de rotation (A).
14. Outillage (20) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel il comprend en outre des rehausses de coffrage (62, 64) destinées à être montées de part et d'autre de la couche abradable (10b) et à être serrées axialement contre la couche abradable (10b).
15. Procédé d'usinage d'une couche annulaire abradable (10b) d'un carter (3) de soufflante (1) d'une turbomachine d'aéronef, au moyen d'un outillage (20)

selon l'une des revendications précédentes, comportant les étapes consistant à :

- a) déterminer le profil de surface désiré pour la couche abradable (10b) après usinage,
- 5 b) choisir une came de copie (70) comportant un profil de came (72) qui correspond à ce profil de surface, et la monter de manière amovible sur le corps central (30), et
- c) usiner la couche abradable (10b) en fonction du profil de came (72).