

**Description****Titre : PLAQUETTE DE FREIN****Domaine technique**

[0001] La présente divulgation relève du domaine des plaquettes de frein.

**5 Technique antérieure**

[0002] Classiquement, les systèmes de freinage des véhicules comprennent une plaquette de frein qui, lors des phases de freinage, vient s'appuyer contre un élément tournant autour d'un axe de rotation, provoquant ainsi le freinage du véhicule. En particulier, dans les véhicules ferroviaires, tels les trains, les tramways ou les métros, le freinage s'effectue au moyen d'un frein à sabot, également  
10 appelé frein à semelle ou T.B.U (par ses sigles en anglais « Trailer Brake Unit »). Dans ce type de frein, la plaquette de frein, également appelée sabot ou semelle, vient en appui, lors des phases de freinage, sur une surface radialement externe d'une roue en mouvement du véhicule ferroviaire.

[0003] La plaquette du frein à sabot comprend une garniture faite en matériau de friction. Une face de cette garniture qui vient au contact de la roue lors des phases de freinage, dite face de friction,  
15 ainsi que la roue en elle-même, s'usent progressivement par abrasion, ce qui génère des particules. Ces particules étant polluantes, il convient de limiter leur libération dans l'environnement. A cette fin, la garniture est classiquement munie d'une rainure de collecte des particules complètement ouverte sur la face de friction et qui s'étend sur la quasi-totalité de la largeur de la plaquette, comme décrit dans FR 3087238 A1. Cette rainure est reliée fluidiquement à une source de dépression capable  
20 d'aspirer les particules collectées.

[0004] L'usure de la face de friction permet à la plaquette d'épouser la forme de la roue du véhicule. En particulier, à partir d'un certain niveau d'usure, le rayon de courbure de la plaquette correspond au rayon de courbure de la roue. Ainsi, une fois qu'un tel niveau d'usure est atteint, l'ouverture sur la face de friction de la rainure de collecte est complètement obturée par la roue lors des phases de  
25 freinage. Ceci limite la perte de particules collectées et améliore donc l'efficacité de l'aspiration.

[0005] Il est bien connu que le diamètre de la roue varie au cours de sa durée de vie à cause de l'usure et les reprofilages successifs. En particulier, le diamètre d'une roue neuve peut être entre 50 mm à 150 mm supérieur au diamètre de cette même roue usée. De surcroît, la position latérale de la roue par rapport à la plaquette est propre à chaque couple wagon-bogie. En conséquence, il est  
30 difficile de concevoir une plaquette qui épouse parfaitement la forme de la roue lors de sa mise en service, ce qui fait que, lors des phases de freinage, la rainure de collecte ne soit pas totalement obturée avant un niveau d'usure minimum de la face de friction. Des particules générées lors des phases de freinage par le contact entre la garniture et la roue peuvent donc s'échapper et polluer l'environnement.

35 [0006] Afin de pallier cet inconvénient, il a été proposé de doter la plaquette de rainures de collecte plus courtes. Toutefois, la réduction de la taille de la rainure diminue également l'efficacité de la

collecte des particules dans la rainure, puisqu'une grande partie des particules ne sont pas attrapées dans la rainure de collecte.

[0007] Il existe donc un besoin de concevoir une plaquette de frein permettant la collecte et aspiration de la plupart des particules formées par abrasion lors des phases de freinage, tout en limitant le risque de fuite des particules collectées tant que la plaquette n'épouse pas parfaitement la forme de la roue.

### Résumé

[0008] A cet effet, il est proposé une plaquette de frein, la plaquette comprenant une garniture en matériau de friction comportant une face de friction destinée à venir au contact d'un élément tournant, un bord avant et un bord arrière, la garniture étant pourvue d'au moins une rainure de collecte principale, la plaquette comprenant en outre au moins un trou d'aspiration destiné à être en communication fluïdique avec ladite au moins une rainure de collecte principale, ledit au moins un trou d'aspiration étant aussi destiné à être relié à une source de dépression, dans laquelle ladite au moins une rainure de collecte principale comprend une première partie ouverte sur la face de friction et une deuxième partie recouverte par du matériau de friction de la face de friction.

[0009] La deuxième partie de l'au moins une rainure de collecte principale étant recouverte par du matériau de friction, cette deuxième partie de l'au moins rainure de collecte principale est ouverte sur la face de friction uniquement après que le matériau de friction la recouvrant a été complètement usé par l'abrasion de la plaquette au contact de l'élément tournant lors des phases de freinage. En particulier, la deuxième partie de l'au moins une rainure de collecte principale est, dans un premier temps, immergée dans la garniture. Au fur et à mesure que la face de friction de la plaquette s'use par le contact avec l'élément tournant, la deuxième partie de la rainure de collecte principale émerge et s'ouvre sur la face de friction. Ceci empêche que la deuxième partie de la rainure de collecte principale soit ouverte sur la face de friction avant que le niveau d'usure de la plaquette ne soit pas suffisant pour que l'élément tournant obture la deuxième partie de l'au moins une rainure de collecte principale lors des phases de freinage. On limite ainsi le risque que des particules issues de l'usure de la plaquette et de l'élément tournant, et collectées dans l'au moins une rainure de collecte principale s'échappent à travers la deuxième partie de la rainure de collecte principale avant d'être aspirées par la source de dépression. Autrement dit, l'au moins une rainure de collecte principale devient étanche plus tôt que dans les plaquettes de l'art antérieur. L'efficacité de la collecte et de l'aspiration de ces particules est ainsi améliorée, puisqu'on perd moins de particules que si la rainure de collecte principale était à l'origine complètement ouverte sur la face de friction.

[0010] En somme, la deuxième partie de rainure est recouverte par du matériau de friction de la face de friction destiné à être effacé par l'usure de la garniture.

[0011] Dans le cas présent, une rainure (ou une partie de rainure) est un volume vide qui présente une largeur (circonférentielle), une profondeur au moins 3 fois supérieure à la largeur et une longueur au moins 5 fois supérieure à la largeur.

[0012] La première partie et la seconde partie de la rainure ont une même largeur. Ainsi, aucun saut de section ne perturbe l'écoulement du fluide entre la première et la seconde partie de la rainure. La première et la deuxième partie de rainure sont directement contiguës, et en communication fluidique. Elles forment un ensemble sensiblement indissociable une fois la plaquette usée.

5 [0013] Dans le présent texte, lorsqu'on indique qu'une rainure quelconque devient « étanche », on entend que la rainure est obturée par l'élément tournant lorsque la plaquette vient au contact de celui-ci.

[0014] La plaquette est par exemple un sabot (ou semelle) d'un frein à sabot (ou frein à semelle, ou T.B.U) d'un véhicule ferroviaire. Alternativement, la plaquette peut être une plaquette pour un frein  
10 d'un véhicule routier ou d'une machine stationnaire à rotor telle qu'une éolienne ou une machine industrielle.

[0015] La plaquette peut en outre comprendre un porte-garniture qui est conformé pour être relié à un porte-semelle, par exemple via une goupille configurée pour traverser au moins un orifice prévu dans le porte-garniture. Le porte-garniture peut être relié à une face de la garniture, dite face de  
15 fixation. La face de fixation peut être opposée à ladite face de friction selon une direction sensiblement perpendiculaire à la face de friction.

[0016] Le porte garniture peut comprendre une tôle, faite par exemple en matériau métallique.

[0017] L'au moins une rainure de collecte principale peut s'étendre en profondeur entre la face de friction et la face de fixation. La rainure de collecte principale est de préférence une rainure borgne  
20 à une extrémité opposée, selon la direction reliant les faces de friction et de fixation, à son ouverture sur la face de friction.

[0018] L'élément tournant est par exemple une roue d'un véhicule ferroviaire. L'élément tournant peut alternativement être un disque de frein. Selon un exemple, l'élément tournant tourne autour d'un axe de rotation qui est sensiblement perpendiculaire à une direction radiale dudit élément  
25 tournant.

[0019] Une surface radialement externe de la roue peut avoir une forme sensiblement tronconique. En particulier, un diamètre de la roue peut augmenter progressivement entre une face axialement interne et une face axialement externe de la roue. L'élément tournant peut comprendre un boudin faisant saillie radialement de la face axialement interne de la roue. La forme tronconique et/ou ledit  
30 boudin réduisent le risque de déraillement du véhicule.

[0020] Dans le présent texte, par « axial » on entend selon une direction sensiblement parallèle à l'axe de rotation de l'élément tournant, tandis que « radial » s'entend de toute direction sensiblement perpendiculaire à l'axe de rotation de l'élément tournant.

[0021] Lors des déplacements du véhicule, la roue s'use progressivement, de sorte que le diamètre  
35 d'une roue neuve est supérieur au diamètre de cette même roue usée.

[0022] Lorsque la plaquette est incluse dans un système de freinage pour véhicule ferroviaire, elle est configurée pour, lors des phases de freinage, venir s'appuyer sur l'élément tournant selon la direction radiale de cet élément tournant.

5 [0023] Dans le présent texte, le « bord avant » de la plaquette s'entend du bord de la plaquette qui est vu en premier par un point spécifique imaginé sur l'élément tournant lorsque celui-ci tourne autour de son axe de rotation. De manière analogue, le « bord arrière » de la plaquette s'entend du bord de la plaquette qui est vu en dernier par le point spécifique imaginé sur l'élément tournant lorsque celui-ci tourne autour de son axe de rotation.

10 [0024] Le trou d'aspiration est par exemple un trou traversant la garniture entre un bord ou une face de celle-ci et une portion de l'au moins une rainure de collecte principale. Alternativement, le trou d'aspiration est par exemple un trou traversant la garniture entre un bord de celle-ci et une portion d'une rainure reliée fluidiquement à l'au moins une rainure de collecte principale. Dans certains cas, lorsque plusieurs rainures de collecte principales sont prévues, un trou d'aspiration respectif est prévu pour chaque rainure de collecte principale. Dans d'autres cas, un seul trou d'aspiration peut  
15 être prévu pour l'aspiration des particules de plusieurs rainures de collecte principales reliées fluidiquement entre elles.

[0025] La source de dépression est par exemple un aspirateur de particules. Des moyens de communication, tel un tuyau pneumatique flexible, peuvent relier la source de dépression au trou d'aspiration.

20 [0026] Selon un aspect, ladite face de friction peut comprendre un bord chanfreiné s'étendant entre ledit bord avant et ledit bord arrière, la deuxième partie de l'au moins une rainure de collecte principale étant disposée au moins en partie sous ledit bord chanfreiné.

[0027] Le bord chanfreiné est par exemple disposé en vis-à-vis du boudin de l'élément tournant. Le contact entre ce bord chanfreiné et l'élément tournant a généralement lieu plus tardivement que le  
25 contact entre le reste de la plaquette et l'élément tournant. Aussi, l'usure du bord chanfreiné commence plus tardivement que l'usure du reste de la plaquette lorsque la face de friction vient au contact de l'élément tournant. La deuxième partie de l'au moins une rainure de collecte principale étant disposé au moins en partie sous le bord chanfreiné, on évite que des particules collectées dans l'au moins une rainure de collecte principale puissent s'échapper à travers le bord chanfreiné qui  
30 n'est pas encore au contact de l'élément tournant lorsque d'autres parties de la plaquette sont déjà au contact de cet élément rotatif. En même temps, grâce à la présence de ladite deuxième partie, la rainure de collecte s'étend sur une surface plus grande

[0028] Selon un exemple, toute la deuxième partie de l'au moins une rainure de collecte est disposée sous le bord chanfreiné.

35 [0029] Le bord chanfreiné peut relier les bords avant et arrière. Par exemple, le bord chanfreiné est sensiblement perpendiculaire à chacun des bords avant et arrière. Les bords avant et arrière sont par exemple sensiblement parallèles entre eux.

[0030] Selon un aspect, la garniture peut comprendre une première rainure de collecte principale disposée à proximité dudit bord avant et une deuxième rainure de collecte principale disposée à proximité dudit bord arrière.

5 [0031] Dans le présent texte « à proximité du bord avant/arrière » s'entend comme étant disposé à une distance du bord avant/arrière inférieure ou égale à 20% de la distance séparant les bords avant et arrière, de préférence inférieure ou égale à 10% de la distance séparant les bords avant et arrière.

[0032] La présence desdites première et deuxième rainures de collecte principales à proximité des bords avant et arrière de la garniture de la plaquette fait possible, quel que soit le sens de rotation de l'élément tournant, la collecte des particules issues de l'abrasion de la garniture et de l'élément  
10 tournant dans au moins une rainure de collecte. L'aspiration de particules polluantes est donc possible quel que soit le sens de rotation de l'élément tournant.

[0033] Selon un aspect, la première rainure de collecte principale peut s'étendre en longueur sensiblement parallèlement audit bord avant et la deuxième rainure de collecte principale peut s'étendre en longueur sensiblement parallèlement audit bord arrière. La première rainure de collecte  
15 et la deuxième rainure de collecte peuvent ainsi être adjacentes sur toute leur longueur au bord avant et au bord arrière respectivement. La longueur de chaque rainure de collecte s'entend ici de la dimension de cette rainure qui est comprise dans le plan de la face de friction de la garniture.

[0034] Selon un aspect, la première rainure de collecte principale peut s'étendre en profondeur non-parallèlement audit bord avant et la deuxième rainure de collecte principale peut s'étendre en  
20 profondeur non-parallèlement audit bord arrière.

[0035] En effet, dans certains cas, la première rainure de collecte peut ne pas être parallèle au bord avant de la garniture sur toute sa profondeur, et/ou la deuxième rainure de collecte peut ne pas être parallèle au bord arrière de la garniture sur toute sa profondeur (cette profondeur est entendue ici comme la dimension de la première et deuxième rainures de collecte qui s'étend entre la face de  
25 friction à la face de fixation de la garniture). Ceci peut arriver même lorsque la première rainure de collecte est sensiblement parallèle au bord avant et/ou la deuxième rainure de collecte est sensiblement parallèle au bord arrière sur toute leur longueur (entendue ici, tel qu'indiqué précédemment, comme la dimension de la première rainure et la deuxième rainure comprise dans le plan de la face de friction). De cette manière, les portions de garniture comprises entre le bord  
30 avant et la première rainure de collecte, et/ou entre le bord arrière et la deuxième rainure de collecte augmentent progressivement entre la face de friction et la face de fixation, ce qui permet de réduire les contraintes sur la garniture et donc le risque de casse de ces portions. Selon un exemple non limitatif, les première et deuxième rainures de collecte peuvent ne pas être parallèles aux bords avant et arrière sur toute leur profondeur lorsque les bords avant et/ou arrière sont inclinés entre la  
35 face de friction et la face de fixation de la garniture.

[0036] Selon un aspect, la plaquette peut comprendre en outre une rainure de collecte secondaire disposée entre la première rainure de collecte principale et la deuxième rainure de collecte principale,

ladite au moins une rainure de collecte secondaire étant au moins en partie ouverte sur ladite face de friction.

5 [0037] La présence des première et deuxième rainures de collecte principales, et de la rainure de collecte secondaire présente l'avantage de garantir que, quel que soit le rayon de courbure de la face de friction de la garniture, l'appui de la face de friction de la garniture sur la roue lors des phases de freinage se fait en regard de l'une des rainures de collecte. On peut ainsi collecter dans les rainures de collecte une quantité supérieure des particules polluantes émises par l'abrasion de la plaquette et de la roue. De surcroît, comme indiqué précédemment, la présence des première et deuxième rainures de collecte principales à proximité des bords avant et arrière respectivement  
10 permet de garantir la collecte des particules polluantes quel que soit le sens de rotation de la roue.

[0038] La rainure de collecte secondaire peut être située dans une position centrale de la garniture. Par « position centrale » on entend ici une position située sensiblement à la même distance du bord avant que du bord arrière de la garniture. Alternativement, la rainure de collecte secondaire pourrait être plus proche de l'un des bords avant ou arrière de la garniture, que de l'autre de ces bords avant  
15 et arrière.

[0039] La rainure de collecte secondaire peut s'étendre sensiblement parallèlement aux première et deuxième rainures de collecte principales, sans que ceci ne soit limitatif. Par exemple, la rainure de collecte secondaire pourrait être sensiblement parallèle à uniquement l'une des deux rainures de collecte principales. Selon un autre exemple, la rainure de collecte secondaire peut s'étendre selon  
20 une direction non parallèle aux première et deuxième rainures de collecte principales.

[0040] Selon un aspect, ladite rainure de collecte secondaire peut comprendre une première partie ouverte sur ladite face de friction et une deuxième partie recouverte par du matériau de friction de la face de friction.

[0041] Comme pour les rainures de collecte principale, grâce à la deuxième partie recouverte par  
25 du matériau de friction, cette deuxième partie de la rainure de collecte secondaire est ouverte sur la face de friction uniquement après que le matériau de friction la recouvrant a été complètement usé par l'abrasion de la plaquette au contact de l'élément tournant lors des phases de freinage. En particulier, la deuxième partie de la rainure de collecte secondaire est, dans un premier temps, immergée dans la garniture. Au fur et à mesure que la face de friction de la plaquette s'use par le  
30 contact avec l'élément tournant, la deuxième partie de la rainure de collecte secondaire émerge et s'ouvre sur la face de friction. Ceci empêche que la deuxième partie de la rainure de collecte secondaire soit ouverte sur la face de friction avant que le niveau d'usure de la plaquette ne soit pas suffisant pour que l'élément tournant obture la deuxième partie de la rainure de collecte secondaire lors des phases de freinage. On limite ainsi le risque que des particules issues de l'usure de la  
35 plaquette et de l'élément tournant, et collectées dans la rainure de collecte secondaire s'échappent à travers la deuxième partie de la rainure de collecte secondaire avant d'être aspirées par la source de dépression. Autrement dit, la rainure de collecte secondaire devient étanche plus rapidement. L'efficacité de la collecte et de l'aspiration des particules polluantes est ainsi améliorée, puisqu'on

perd moins de particules que si la rainure de collecte secondaire était à l'origine complètement ouverte sur la face de friction.

5 [0042] La deuxième partie de la rainure de collecte secondaire peut être disposée totalement sous le bord chanfreiné. Alternativement, une portion de la deuxième partie de la rainure de collecte secondaire peut être immergée sous le matériau de friction de la face de friction de la garniture, le reste de la deuxième partie de la rainure de collecte secondaire étant immergée sous le bord chanfreiné. A partir d'un certain niveau d'usure de la garniture, la deuxième partie immergée de la rainure de collecte secondaire peut émerger, c'est-à-dire, s'ouvrir sur la face de friction de la garniture.

10 [0043] Dans certains cas, la rainure de collecte secondaire est totalement ouverte sur la face de friction de la garniture même lorsque la plaquette est nouvelle. Dans de tels cas, avantageusement la rainure de collecte secondaire est plus courte, par exemple elle n'a aucune portion s'étendant dans le bord chanfreiné.

15 [0044] Bien entendu, la garniture peut comprendre une pluralité de rainures de collecte secondaires telles que décrites dans le présent texte.

[0045] Selon un aspect, ladite rainure de collecte secondaire est reliée fluidiquement à ladite première rainure de collecte principale et à ladite deuxième rainure de collecte principale.

20 [0046] Selon un exemple, des canaux peuvent être prévus à l'intérieur de la garniture reliant fluidiquement la rainure de collecte secondaire à ladite première rainure de collecte principale et à ladite deuxième rainure de collecte principale. Alternativement, la rainure de collecte secondaire peut s'étendre de manière à être directement connectée à ladite première rainure de collecte principale et à ladite deuxième rainure de collecte principale.

25 [0047] Selon un aspect, la plaquette comprend en outre en outre une première rainure de collecte transversale reliant fluidiquement la première rainure de collecte principale à la rainure de collecte secondaire, et une deuxième rainure de collecte transversale reliant fluidiquement la deuxième rainure de collecte principale à la rainure de collecte secondaire.

30 [0048] Grâce aux rainures de collecte transversales, toute la longueur de la garniture comprise entre ladite première rainure de collecte principale et ladite deuxième rainure de collecte principale peut être traversée par au moins une rainure de collecte, ce qui permet d'augmenter la quantité de particules polluantes issues de l'abrasion de la garniture et la roue qui sont collectées dans les rainures de collecte. On diminue ainsi la quantité de particules polluantes libérées dans l'environnement.

35 [0049] Selon un aspect, la première rainure de collecte transversale est au moins en partie ouverte sur la face de friction et s'étend en biais entre la première rainure de collecte principale et la rainure de collecte secondaire, et la deuxième rainure de collecte transversale est au moins en partie ouverte sur la face de friction et s'étend en biais entre la deuxième rainure de collecte principale et la rainure de collecte secondaire.

[0050] Dans le présent texte, lorsqu'on indique que les rainures de collecte transversales s'étendent « en biais » on entend qu'elles forment un angle non nul et non droit avec chacune des rainures qu'elles relient. En l'espèce, la première rainure de collecte transversale forme un angle non nul et non droit avec la première rainure de collecte principale et la rainure de collecte secondaire, tandis que la deuxième rainure de collecte transversale forme un angle non nul et non droit avec la deuxième rainure de collecte principale et la rainure de collecte secondaire.

[0051] Le fait que les première et deuxième rainures de collecte transversales s'étendent en biais permet que lors des phases de freinage, la surface radialement externe de la roue s'use de manière homogène, sans génération de surépaisseurs sur cette surface radialement externe, comme il va être détaillé ultérieurement.

[0052] La première rainure de collecte transversale peut s'étendre entre une extrémité de la première rainure de collecte principale située en regard du bord axialement externe de la garniture, et une extrémité de la rainure de collecte secondaire située en regard du bord chanfreiné.

[0053] La deuxième rainure de collecte transversale peut s'étendre entre une extrémité de la deuxième rainure de collecte principale située en regard du bord axialement externe de la garniture, et l'extrémité de la rainure de collecte secondaire située en regard du bord chanfreiné.

[0054] Les première et deuxième rainures de collecte transversales peuvent être ouvertes sur toute leur extension sur la face de friction. Il est toutefois possible de prévoir des parties immergées sur chacune des première et deuxième rainures de collecte transversales.

[0055] Selon un aspect, la plaquette comprend un seul trou d'aspiration débouchant sur l'une parmi ladite rainure de collecte secondaire, ladite première rainure de collecte principale et à ladite deuxième rainure de collecte principale.

[0056] Ainsi, à partir d'un seul trou d'aspiration, il est possible d'aspirer les particules collectées dans ladite rainure de collecte secondaire, dans ladite première rainure de collecte principale et dans ladite deuxième rainure de collecte principale. La fabrication de la plaquette est ainsi facilitée. De surcroit, l'encombrement de l'ensemble formé entre la source de dépression, les moyens de communication et la plaquette diminue.

[0057] Selon un exemple non limitatif, le trou d'aspiration est agencé à une extrémité de l'une des rainures de collecte principales ou de la rainure de collecte secondaire. On concentre ainsi l'aspiration des particules à cette extrémité. Selon un exemple, le trou d'aspiration débouche sur une extrémité de la rainure de collecte secondaire qui est en regard du bord axialement externe de la garniture.

[0058] Le trou d'aspiration est par exemple agencé dans la garniture de la plaquette de manière à relier fluidiquement l'une des rainures de collecte à l'environnement extérieur.

[0059] Selon un autre exemple, un trou d'aspiration individuel peut être prévu pour chacune des rainures de collecte principales et pour la rainure de collecte secondaire. Cette configuration est notamment mise en œuvre lorsque les rainures de collecte principales et secondaire ne sont pas

reliées fluidiquement entre elles, mais bien entendu elle pourrait aussi être mise en œuvre lorsque toutes ces rainures de collecte sont reliées fluidiquement entre elles. Selon un exemple non limitatif, le trou d'aspiration individuel est agencé à une extrémité de la rainure de collecte respective, ce qui permet de concentrer l'aspiration des particules à cette extrémité.

- 5 [0060] Dans certains cas, la garniture peut en outre comprendre au moins un orifice qui traverse le bord chanfreiné. Chaque orifice peut déboucher sur l'une parmi les rainures de collecte principales ou la rainure de collecte secondaire. Un flux d'air peut ainsi entrer dans les rainures de collecte à travers l'orifice. Par l'action de la source de dépression, ce flux circule ensuite dans les rainures de collecte jusqu'à atteindre le trou d'aspiration et le tuyau pneumatique, ce qui permet l'évacuation des
- 10 particules collectées dans les rainures de collecte de la garniture. Grâce à chaque orifice, les performances d'aspiration de particules sont indépendantes du niveau d'usure de la garniture.

#### **Brève description des dessins**

[0061] D'autres caractéristiques, détails et avantages apparaîtront à la lecture de la description détaillée ci-après, et à l'analyse des dessins annexés, sur lesquels :

15 **Fig. 1**

[0062] [Fig. 1] montre une vue schématique en perspective d'un système de freinage selon un exemple de réalisation.

**Fig. 2**

- [0063] [Fig. 2] montre une vue schématique latérale d'un ensemble de frein du système de freinage
- 20 de la figure 1.

**Fig. 3**

[0064] [Fig. 3] montre une vue schématique frontale d'un détail du système de freinage de la figure 1.

**Fig. 4A**

- 25 [0065] [Fig. 4A] montre une vue schématique latérale d'un élément tournant et d'une plaquette de frein du système de freinage de la figure 1 selon une première configuration.

**Fig. 4B**

[0066] [Fig. 4B] montre une vue schématique latérale d'un élément tournant et d'une plaquette de frein du système de freinage de la figure 1 selon une deuxième configuration.

30 **Fig. 5A**

[0067] [Fig. 5A] montre une vue schématique en perspective d'une plaquette de frein du système de freinage de la figure 1 selon un premier exemple de réalisation.

**Fig. 5B**

[0068] [Fig. 5B] montre une vue schématique en coupe transversale de la plaquette de la figure 5A.

**Fig. 6**

[0069] [Fig. 6] montre une vue schématique en perspective d'une plaquette de frein du système de freinage de la figure 1 selon un deuxième exemple de réalisation.

**Fig. 7**

- 5 [0070] [Fig. 7] une vue schématique en perspective d'une plaquette de frein du système de freinage de la figure 1 selon un troisième exemple de réalisation.

**Fig. 8**

- 10 [0071] [Fig. 8] présente un tableau montrant schématiquement une surface de contact de la face de friction de différents types de plaquettes de frein, dont les plaquettes des exemples des figures 5A à 7, pour un premier niveau d'usure de ces plaquettes selon qu'un élément tournant du système de freinage de la figure 1 est neuf ou usé.

**Fig. 9**

[0072] [Fig. 9] présente le tableau de la figure 8 pour un niveau d'usure des plaquettes supérieur à celui de la figure 8.

- 15 **Fig. 10**

[0073] [Fig. 10] présente le tableau des figures 8 et 9 pour un niveau d'usure des plaquettes supérieur à celui de la figure 9.

**Fig. 11**

- 20 [0074] [Fig. 11] présente le tableau des figures 8, 9 et 10 pour un niveau d'usure des plaquettes supérieur à celui de la figure 8.

**Fig. 12**

[0075] [Fig. 12] montre un graphe représentant, pour le cas où l'élément tournant du système de freinage est neuf, une évolution de l'efficacité cumulée de l'aspiration de particules en fonction du taux de durée de vie de la plaquette pour les types de plaquettes présentés sur les figures 8 à 11.

- 25 **Fig. 13**

[0076] [Fig. 13] montre un graphe représentant, pour le cas où l'élément tournant du système de freinage est usé, une évolution de l'efficacité cumulée de l'aspiration de particules en fonction du taux de durée de vie de la plaquette pour les types de plaquettes présentés sur les figures 8 à 11.

**Description des modes de réalisation**

- 30 [0077] La figure 1 montre un exemple de système de freinage 10 pour véhicule, notamment un véhicule ferroviaire (train, tramway, métro,...). Le système de freinage 10 comprend un élément tournant 12 et un ensemble de frein 14.

[0078] L'élément tournant 12 correspond à une partie du véhicule provoquant des mouvements de translation du véhicule grâce à un mouvement de rotation de cet élément 12 autour d'un axe de

rotation. En l'espèce, l'élément tournant 12 est une roue du véhicule configurée pour tourner autour d'un axe de rotation A.

[0079] De manière avantageuse, une surface radialement externe 16 de la roue 12 a une forme sensiblement tronconique. En particulier, un diamètre de la roue 12 augmente progressivement entre  
5 une face axialement interne 13A et une face axialement externe 13B de la roue 12. Dans le présent texte, la direction axiale correspond à toute direction sensiblement parallèle à l'axe de rotation A, et la direction radiale correspond à toute direction sensiblement perpendiculaire à l'axe de rotation A. Une telle forme tronconique de la surface radialement externe 16 permet de garantir l'autocentrage de la roue 12 lors de la translation du véhicule, et limite le risque de déraillement de ce dernier dans  
10 les courbes présentes dans son trajet.

[0080] Comme visible sur la figure 1, la roue 12 peut comprendre également un boudin 17 faisant saillie radialement de la face axialement interne 13A de la roue 12. Un tel boudin 17 réduit aussi le risque de déraillement du véhicule.

[0081] Lorsque le véhicule se déplace, la roue 12, et notamment sa surface radialement externe 16  
15 s'use progressivement. Aussi, un diamètre de la roue 12 neuve diffère du diamètre de la roue 12 usée. De manière générale, le diamètre de la roue 12 neuve est supérieur au diamètre de la roue 12 usée. Par exemple, le diamètre de la roue 12 neuve peut être entre 50 mm à 150 mm supérieur au diamètre de cette même roue 12 usée. Selon un exemple non limitatif, le diamètre de la roue 12 neuve est 860 mm, tandis que le diamètre de la roue 12 usée est 790 mm.

20 [0082] L'ensemble de frein 14 comprend une plaquette de frein 18, aussi dite semelle ou sabot. La plaquette 18 comprend une garniture 20 faite en matériau de friction. La garniture 20 comprend une première face, dite face de friction 22A, disposée en vis-à-vis radial de la surface radialement externe 16 de la roue. La face de friction 22A est sensiblement courbée. Lorsque la plaquette est nouvelle, la face de friction 22A est de rayon de courbure R1 (Figs. 4A et 4B).

25 [0083] Comme il va être détaillé, la face de friction 22A est destinée à venir au contact d'une portion de la surface radialement externe 16 de la roue 12 lors des phases de freinage du véhicule. Généralement, lorsque la plaquette 18 est nouvelle, le rayon de courbure R1 de la face de friction 22A est différent d'un rayon de courbure R2 de la portion de la surface radialement externe 16 de la roue 12 sur laquelle la face de friction 22A vient en appui lors des phases de freinage. Aussi, lorsque  
30 la plaquette 18 est nouvelle, la totalité de la face de friction 22A n'est pas en appui sur la surface radialement externe 16. Lorsque le rayon de courbure R1 de la face de friction 22A est supérieur au rayon de courbure R2, comme illustré sur la figure 4A, uniquement une partie centrale de la face de friction 22A est en appui sur la surface radialement externe 16, les extrémités de la face de friction 22A étant à distance de la surface radialement externe 16. Au contraire, lorsque le rayon de courbure  
35 R1 de la face de friction 22A est inférieur au rayon de courbure R2, comme illustré sur la figure 4B, la partie centrale de la face de friction 22A est à distance de la surface radialement externe 16, les extrémités de la face de friction 22A venant en appui de la surface radialement externe 16.

[0084] Dans ce qui suit, on considère que le rayon de courbure R1 de la face de friction 22A est supérieur au rayon de courbure R2, sans que ceci ne soit limitatif.

[0085] La garniture 20 comprend une deuxième face 22B, dite face de fixation, opposée à la face de friction 22A. En particulier, les faces de friction 22A et de fixation 22B sont opposées selon la direction axiale.

[0086] La garniture 20 comprend par ailleurs un bord axialement interne 22C, un bord axialement externe 22D, un bord avant 22E, et un bord arrière 22F. Les bords 22C, 22D, 22E et 22F s'étendent sensiblement radialement entre les faces de friction 22A et de fixation 22B.

[0087] Le bord axialement interne 22C et le bord axialement externe sont opposés selon la direction axiale. Ces bords 22C, 22D relient le bord avant 22E et le bord arrière 22F entre eux.

[0088] Comme visible sur la figure 3, le bord axialement interne 22C est axialement en vis-à-vis du boudin 17 lorsque la plaquette 18 est au contact de la roue 12. Comme il ressort de cette figure, le bord axialement interne 22C peut être chanfreiné.

[0089] Le bord avant 22E et le bord arrière 22F sont définis par rapport à un sens de rotation de la roue 12. Dans l'exemple de la figure 1, on suppose que la roue 12 tourne dans un sens R autour de l'axe A. Le bord avant 22E correspond au bord de la garniture 20 qui est vu en premier par un point spécifique P imaginé sur la roue 12 lorsqu'elle tourne autour de son axe de rotation A dans le sens R, tandis que le bord arrière 22F correspond au bord de la garniture 20 qui est vu en dernier par le point spécifique P lorsque la roue 12 tourne autour de son axe de rotation A dans le sens R. Bien entendu, le sens de rotation R pourrait être opposé à celui marqué sur la figure 1, ce qui inverserait la position des bords avant 22E et arrière 22F.

[0090] Comme il va être détaillé par la suite, la garniture 20 comprend au moins une rainure de collecte de particules.

[0091] L'ensemble de frein 14 peut en outre comprendre un porte-garniture 24, visible notamment sur la figure 2. Le porte-garniture 24 peut comprendre une tôle, par exemple faite en matériau métallique. Le porte-garniture 24 est relié, directement ou indirectement, à la face de fixation 22B de la garniture 20.

[0092] L'ensemble de frein 14 peut être muni aussi d'un porte-semelle 28. Le porte-semelle 28 est relié au porte-garniture 24. En particulier, comme visible sur la figure 2, le porte-semelle 28 peut comprendre une goupille 30 conformée pour traverser au moins un orifice prévu dans le porte-garniture 24. Aussi, grâce à cette goupille 30, la plaquette 18 est solidaire du porte-semelle 28.

[0093] L'ensemble de frein 14 est configurée pour déplacer le porte-semelle 28, et donc la plaquette 18, sensiblement radialement. Lors des phases de freinage du véhicule, l'ensemble de frein 14 est configuré pour déplacer la plaquette 18 dans un sens la rapprochant de la roue 12 jusqu'à ce que la face de friction 22A et la surface radialement externe 16 de la roue 12 entrent en contact, comme visible sur la figure 3. Une fois la phase de freinage terminée, l'ensemble de frein 14 est configuré pour déplacer la plaquette 18 dans un sens l'éloignant de la roue 12, de manière à ce que le contact

entre la face de friction 22A et la surface radialement externe 16 de la roue 12 cesse. En effet, en dehors des phases de freinage, la plaquette 18 et la roue 12 sont à distance l'une de l'autre, comme illustré par la figure 1.

5 [0094] Quand la face de friction 22A de la plaquette 18 et la surface radialement externe 16 de la roue 12 entrent en contact lors des phases de freinage, la roue 12 est en train de se déplacer en rotation autour de l'axe A. Une force de friction se produit ainsi entre la face de friction 22A et la surface radialement externe 16, ce qui provoque l'usure à la fois de la garniture 20 de la plaquette 18 et de la surface radialement externe 16 de la roue 12. Des particules, généralement polluantes, sont ainsi formées par l'abrasion du matériau de friction de la garniture 20 et de la roue 12. Au cours  
10 de cette usure, la face de friction 22A de la garniture 20 épouse la forme de la surface radialement externe 16 de la roue 12. Le rayon de courbure R1 initial de la face de friction 22A change donc progressivement à cause de l'usure de la garniture 20.

[0095] Dans ce qui suit, lorsqu'on parle de la « phase de rodage », on se réfère au temps de la vie utile de la plaquette 18 pendant lequel moins de 90% de la face de friction 22A est au contact de la  
15 roue 12 lors des phases de freinage du véhicule.

[0096] Comme indiqué précédemment, la garniture 20 comprend au moins une rainure de collecte de particules. Chaque rainure de collecte est ouverte au moins en partie sur la face de friction 22A, comme il va être détaillé ultérieurement. Chaque rainure de collecte s'étend en profondeur entre la face de friction 22A et la face de fixation 22B. Chacune des rainures de collecte est de préférence  
20 une rainure borgne à une extrémité opposée à son ouverture sur la face de friction 22A. Aussi, chaque rainure de collecte est conformée pour récupérer les particules polluantes résultantes de l'usure de la garniture 20 et de la roue 12, et éviter ainsi que ces particules ne soient libérées dans l'environnement.

[0097] Maintenant seront décrites plusieurs formes particulières que l'au moins une rainure de  
25 collecte de particules peut avoir en référence aux figures 5A à 7. Bien entendu, ces formes ne sont pas limitatives.

[0098] Sur la figure 5A, la garniture 20 comprend une première rainure de collecte principale 30 et une deuxième rainure de collecte principale 32.

[0099] La première rainure de collecte principale 30 est agencée à proximité du bord avant 22E. Par  
30 exemple, la première rainure de collecte principale 30 est sensiblement parallèle au bord avant 22E. La deuxième rainure de collecte principale 32 est agencée à proximité dudit bord arrière 22F. Par exemple, la deuxième rainure de collecte principale 32 est sensiblement parallèle au bord arrière 22F. Comme indiqué précédemment, par « à proximité du bord avant/arrière » on entend « à une distance du bord avant/arrière inférieure ou égale à 20% de la distance séparant les bords avant et  
35 arrière, de préférence inférieure ou égale à 10% de la distance séparant les bords avant et arrière ».

[0100] La présence des rainures de collecte principales 30, 32 à proximité des bords avant 22E et arrière 22F permet de garantir la collecte des particules polluantes quel que soit le sens de rotation de la roue 12.

[0101] Comme il ressort de la figure 5B, chaque rainure de collecte principale 30, 32 comprend une première partie 34 ouverte sur la face de friction 22A et une deuxième partie 36 recouverte par du matériau de friction de la face de friction 22A. La deuxième partie 36 de chaque rainure 30, 32 est donc immergée dans la garniture lorsque la plaquette 18 est nouvelle ou peu usée. Comme il va être  
5 expliqué en détails par la suite, à partir d'un certain niveau d'usure de la plaquette 18, la deuxième partie 36 de chaque rainure 30, 32 émerge, c'est-à-dire, elle s'ouvre également sur la face de friction 22A.

[0102] Sur l'exemple non limitatif des figures 5A et 5B, la deuxième partie 36 de chaque rainure de collecte principale 30, 32 est disposée sous le bord chanfreiné 22C, sans que ceci ne soit limitatif.  
10 Par exemple, alternativement, une portion de la deuxième partie 36 pourrait être immergée sous le matériau de friction de la face de friction 22A, le reste de la deuxième partie 36 étant immergée sous le bord chanfreiné 22C.

[0103] La garniture 20 de la plaquette 18 selon l'exemple de la figure 6 comprend les première et deuxième rainures de collecte principales 30, 32, ainsi qu'une rainure de collecte secondaire 38.

15 [0104] La rainure de collecte secondaire 38 est disposée entre la première rainure de collecte principale 30 et la deuxième rainure de collecte principale 32. Selon un exemple non-limitatif, la rainure de collecte secondaire 38 est située dans une position centrale de la garniture. Comme indiqué précédemment, par « position centrale » on entend ici une position située sensiblement à la même distance du bord avant 22E que du bord arrière 22F de la garniture 20. Bien entendu, la  
20 rainure de collecte secondaire 38 pourrait être plus proche de l'un des bords avant 22E ou arrière 22F, que de l'autre de ces bords 22E, 22F.

[0105] Sur la figure 6, la rainure de collecte secondaire 38 s'étend sensiblement parallèlement aux rainures de collecte principales 30, 32, sans que ceci ne soit limitatif. Par exemple, la rainure de collecte secondaire pourrait être sensiblement parallèle à uniquement l'une des deux rainures 30,  
25 32, ou s'étendre selon une direction non parallèle aux rainures de collecte principales 30, 32.

[0106] La rainure de collecte secondaire 38 peut comprendre une première partie ouverte sur la face de friction 22A, similaire à la première partie 34 des rainures de collecte principales 30, 32. La rainure de collecte 38 peut en outre comprendre une deuxième partie recouverte par du matériau de friction, similaire à la deuxième partie 36 des rainures de collecte principales 30, 32. La deuxième partie de  
30 la rainure de collecte secondaire 38 peut être disposée totalement sous le bord chanfreiné 22C. Alternativement, une portion de la deuxième partie de la rainure de collecte secondaire 38 peut être immergée sous le matériau de friction de la face de friction 22A, le reste de la deuxième partie de la rainure de collecte secondaire 38 étant immergée sous le bord chanfreiné 22C. Comme pour la deuxième partie 36 des rainures de collecte principales 30,32, à partir d'un certain niveau d'usure  
35 de la plaquette 18, la deuxième partie de la rainure de collecte secondaire 38 émerge, c'est-à-dire, elle s'ouvre également sur la face de friction 22A. Ceci sera expliqué en détails ultérieurement.

[0107] Dans certains cas, la rainure de collecte secondaire 38 est totalement ouverte sur la face de friction 22A même lorsque la plaquette 18 est nouvelle. Dans de tels cas, avantageusement la rainure

de collecte secondaire 38 est plus courte, par exemple elle n'a aucune portion s'étendant dans le bord chanfreiné 22C.

5 [0108] On note que même si sur cette figure 6 une seule rainure de collecte secondaire 38 est prévue, la garniture 20 pourrait comprendre une pluralité de rainures de collecte secondaires 38 telles que décrites ci-avant.

10 [0109] La présence des rainures de collecte principales 30, 32 et de la rainure de collecte secondaire 38 présente l'avantage de garantir que, quel que soit le rayon de courbure de la face de friction 22A de la plaquette, l'appui de la face de friction 22A sur la roue 12 lors des phases de freinage se fait en regard de l'une des rainures 30, 32, 38. On peut ainsi collecter dans les rainures 30, 32, 38 une quantité supérieure de particules polluantes émises par l'abrasion de la plaquette 18 et de la roue 12. De surcroît, comme indiqué précédemment, la présence des rainures de collecte principales 30, 32 à proximité des bords avant 22E et arrière 22F permet de garantir la collecte des particules polluantes quel que soit le sens de rotation de la roue 12.

15 [0110] Dans certains cas, la rainure de collecte secondaire 38 est reliée fluidiquement à la première rainure de collecte principale 30 et à la deuxième rainure de collecte principale 32. A cet effet, sur l'exemple non limitatif de la figure 7, une première rainure de collecte transversale 40 et une deuxième rainure de collecte transversale 42 sont prévues dans la garniture 20.

20 [0111] La première rainure de collecte transversale 40 relie fluidiquement la première rainure de collecte principale 30 et la rainure de collecte secondaire 38. Sur l'exemple non limitatif de la figure 7, la première rainure de collecte transversale 40 s'étend entre une extrémité de la première rainure de collecte principale 30 située en regard du bord axialement externe 22D de la garniture 20, et une extrémité de la rainure de collecte secondaire 38 située en regard du bord chanfreiné 22C. La première rainure de collecte transversale 40 s'étend ainsi en biais entre la première rainure de collecte principale 30 et la rainure de collecte secondaire 38.

25 [0112] La deuxième rainure de collecte transversale 42 relie fluidiquement la deuxième rainure de collecte principale 32 et la rainure de collecte secondaire 38. Sur l'exemple non limitatif de la figure 7, la deuxième rainure de collecte transversale 42 s'étend entre une extrémité de la deuxième rainure de collecte principale 32 située en regard du bord axialement externe 22D de la garniture 20, et l'extrémité de la rainure de collecte secondaire 38 située en regard du bord chanfreiné 22C. La deuxième rainure de collecte transversale 42 s'étend ainsi en biais entre la deuxième rainure de collecte principale 32 et la rainure de collecte secondaire 38.

30 [0113] La première rainure de collecte transversale 40 et la deuxième rainure de collecte transversale 42 sont avantageusement ouvertes sur la face de friction 22A. Sur l'exemple non limitatif de la figure 7, les première et deuxième rainures de collecte transversales 40, 42 sont ouvertes sur toute leur extension sur la face de friction 22A. Il est toutefois possible de prévoir des parties immergées sur chacune des première et deuxième rainures de collecte transversales 40, 42.

[0114] Grâce à la présence des rainures de collecte transversales 40, 42, toute la longueur de la garniture 20 comprise entre les rainures de collecte principales 30, 32 est traversée par au moins

une rainure de collecte de particules. On augmente ainsi la surface de la garniture occupée par les rainures de collecte, ce qui permet d'augmenter la quantité de particules polluantes collectées dans les rainures et donc, qui ne sont pas libérées dans l'environnement.

[0115] Le fait que les première et deuxième rainures de collecte transversales 40, 42 s'étendent en biais est également avantageux. En particulier, comme indiqué précédemment, lors des phases de freinage, la surface radialement externe 16 de la roue 12 s'use concomitamment à l'usure de la garniture 20. La portion de la surface radialement externe 16 de la roue 12 qui est à chaque instant de la phase de freinage directement en vis-à-vis de l'une des rainures de collecte n'est pas usée à cet instant. En effet, chaque rainure de collecte forme un évidement dans la face de friction 22A. Chaque rainure de collecte empêche donc qu'il y ait des forces de friction entre la face de friction 22A et la surface radialement externe 16 de la roue 12. Si les rainures de collecte transversales 40, 42 reliaient les rainures de collecte principales 30, 32 et la rainure de collecte secondaire 38 selon une direction tangentielle à la portion de la surface radialement externe 16 qui est au contact de la garniture 20 lors des phases de freinage, une portion annulaire de la surface radialement externe 16 de la roue 12 ne serait jamais au contact du matériau de friction de la face de friction 22A. A terme, la surface radialement externe 16 de la roue 12 présenterait une surépaisseur sur cette portion annulaire par rapport au reste de la surface radialement externe 16 de la roue 12. Une telle surépaisseur peut endommager le rail sur lequel la roue 12 se déplace, et/ou provoquer le déraillement du véhicule. Dans le cas présent, grâce aux rainures de collecte transversales 40, 42 en biais, on garantit que le temps de contact entre toute portion la surface radialement externe 16 de la roue 12 est négligeable par rapport au temps qu'une telle portion est au contact du matériau de friction de la garniture 20. La roue 12 est ainsi usée de manière homogène, ce qui évite l'apparition de surépaisseurs sur sa surface radialement externe 16.

[0116] Afin d'aspirer les particules polluantes collectées dans chaque rainure 30, 32, 38, 40, 42, la plaquette 18 comprend en outre au moins un trou d'aspiration, non visible sur les figures. Ce trou d'aspiration est en particulier agencé dans la garniture 20 de la plaquette 18 de manière à relier fluidiquement l'une des rainures de collecte 30, 32, 38, 40, 42 à l'environnement extérieur.

[0117] Selon un exemple, un trou d'aspiration individuel peut être prévu pour chacune des rainures de collecte principales 30, 32 et pour la rainure de collecte secondaire 38. Cette configuration est notamment mise en œuvre lorsque les rainures de collecte principales 30, 32 et secondaire 38 ne sont pas reliées fluidiquement entre elles, comme c'est le cas des exemples de réalisation des figures 5A et 6. Avantageusement, mais sans que ceci ne soit limitatif, le trou d'aspiration individuel est agencé à une extrémité de la rainure de collecte 30, 32, 38 respective, ce qui permet de concentrer l'aspiration des particules à cette extrémité.

[0118] Selon un autre exemple, la plaquette 18 comprend un seul trou d'aspiration débouchant sur l'une parmi les rainures de collecte principales 30, 32 ou la rainure de collecte secondaire 38. Cette configuration est notamment mise en œuvre lorsque les rainures de collecte principales 30, 32 et la rainure de collecte secondaire 38 sont reliées fluidiquement entre elles, comme sur l'exemple de la figure 7. Avantageusement, mais sans que ceci ne soit limitatif, le trou d'aspiration est agencé à une

extrémité de l'une des rainures de collecte principales 30, 32 ou secondaire 38. On concentre ainsi l'aspiration des particules à cette extrémité. Selon un exemple, le trou d'aspiration débouche sur une extrémité de la rainure de collecte secondaire 38 qui est en regard du bord axialement externe 22D de la garniture 20.

5 [0119] Chaque trou d'aspiration est destiné à être relié à une source de dépression (non illustrée). La source de dépression est par exemple un aspirateur de particules. Des moyens de communication 44, visibles sur la figure 1, peuvent relier la source de dépression au trou d'aspiration correspondant. Les particules collectées dans les rainures de collecte 30, 32, 38, 40, 42 peuvent ainsi être aspirées. Les moyens de communication 44 comprennent par exemple un tuyau  
10 pneumatique flexible.

[0120] Comme visible sur les figures 5A, 6 et 7, la garniture 20 peut en outre comprendre au moins un orifice 46 qui traverse le bord chanfreiné 22C. En particulier, chaque orifice 46 traverse le bord chanfreiné 22C et débouche sur l'une parmi les rainures de collecte principales 30, 32 ou la rainure de collecte secondaire 38. Un flux d'air peut ainsi entrer dans les rainures 30, 32, 38 à travers l'orifice  
15 46. Par l'action de la source de dépression, ce flux circule ensuite dans les rainures de collecte jusqu'à atteindre le trou d'aspiration et le tuyau 44, ce qui permet l'évacuation des particules collectées dans les rainures de collecte de la garniture 20. Grâce à chaque orifice 46, les performances d'aspiration de particules sont indépendantes du niveau d'usure de la garniture 20.

[0121] Comme indiqué précédemment, la face de friction 22A est sensiblement courbée. Toutefois,  
20 le rayon de courbure R1 de la face de friction 22A lorsque la plaquette 18 est nouvelle est généralement différent du rayon de courbure R2 de la portion de la surface radialement externe 16 sur laquelle vient en appui la face de friction 22A lors des phases de freinage, que la roue soit neuve ou usée. La surface de la face de friction 22A qui vient au contact de la roue 12 lors des phases de freinage augmente au fur et à mesure que la garniture est usée, ce qui provoque, comme indiqué ci-  
25 avant, que la face de friction 22A épouse progressivement la forme de la roue.

[0122] Les figures 8 à 11 montrent schématiquement la surface de contact de la face de friction 22A de la plaquette 18 sur la roue 12 lors des phases de freinage pour quatre niveaux d'usure différents de la face de friction 22A en fonction :

- du type de rainures agencées dans la garniture 20 ; et
- 30 - de si la roue 12 est neuve ou usée.

[0123] Comme indiqué précédemment, nous supposons ici que le rayon de courbure R1 de la face de friction 22A est supérieur au rayon de courbure R2 de la portion de la roue 12 sur laquelle la plaquette 18 vient en appui lors des phases de freinage. Aussi, tant que la face de friction 22A n'a pas épousé la forme de cette portion de la roue 12, la face de friction 22A appuie sa partie centrale  
35 sur la roue, ses extrémités restant libres.

[0124] Chacune de ces figures comprend un tableau incluant cinq lignes X et trois colonnes Y. Le tableau de chaque figure 8 à 11 comprend donc quinze cases XY.

[0125] Chaque ligne X correspond à un type de plaquette 18 étudié en fonction du type de rainures agencées dans la garniture 20. La colonne Y=A représente le type de plaquette 18 étudiée. Aussi, comme visible sur les cases 1A à 5A :

- la ligne X=1 correspond aux plaquettes de la technique antérieure qui comprennent deux rainures aux extrémités qui s'étendent sur la quasi-totalité de la largeur de la plaquette 18 et qui sont complètement ouvertes sur la face de friction dès le début de la vie utile de la plaquette 18 ;
- la ligne X=2 correspond aux plaquettes de la technique antérieure qui comprennent deux rainures aux extrémités plus courtes que dans l'exemple de la ligne 1 et qui sont complètement ouvertes sur la face de friction dès le début de la vie utile de la plaquette 18 ;
- la ligne X=3 correspond aux plaquettes telles que décrites ci-avant en référence aux figures 5A et 5B (c'est-à-dire, les plaquettes comprenant les deux rainures de collecte principales 30, 32) ;
- la ligne X=4 correspond aux plaquettes telles que décrites ci-avant en référence à la figure 6 (c'est-à-dire, les plaquettes comprenant les deux rainures de collecte principales 30, 32 et la rainure de collecte secondaire 38) ; et
- la ligne X=5 correspond aux plaquettes telles que décrites ci-avant en référence à la figure 7 (c'est-à-dire, les plaquettes comprenant les deux rainures de collecte principales 30, 32 et la rainure de collecte secondaire 38 reliées entre elles par les rainures de collecte transversales 40, 42).

[0126] La colonne Y=N montre pour chacun de ces types de plaquettes 18 quelle est la surface de contact de la face de friction 22A avec la roue 12 lors des phases de freinage du véhicule lorsque la roue 12 est neuve. La colonne Y=U montre pour chacun de ces types de plaquettes 18 quelle est la surface de contact de la face de friction 22A avec la roue 12 lors des phases de freinage du véhicule lorsque la roue 12 est usée.

[0127] Les différences entre les figures 8, 9, 10 et 11 sont dues au fait que sur chacune de ces figures, le niveau d'usure de la face de friction 22A est différent, ce niveau d'usure augmentant de la figure 8 à la figure 11.

[0128] Les colonnes Y=N et Y=U de la figure 8 représentent la surface de contact de la face de friction 22A qui vient en appui sur la surface radialement externe 16 de la roue neuve (Y=N) ou usée (Y=U) lors du premier appui de la plaquette 18 sur la roue 12. Autrement dit, sur la figure 8 la face de friction 22A n'est pas usée avant le contact entre la face de friction 22A et la roue 12.

[0129] Les figures 9, 10 et 11 représentent la surface de contact de la face de friction 22A sur la surface radialement externe 16 de la roue neuve (Y=N) ou usée (Y=U) à des niveaux d'usure différents de la face de friction 22A. Le niveau d'usure de la face de friction 22A augmente entre la figure 9 et la figure 11, la figure 10 correspondant à la face de friction 22A ayant un niveau d'usure intermédiaire entre celui de la figure 9 et celui de la figure 11.

[0130] Sur ces figures 8 à 11, les zones représentées en hachures correspondent aux zones de la face de friction 22 pour lesquelles les particules polluantes générées lors des phases de freinage peuvent être collectées dans les rainures de collecte pour leur aspiration lorsque la roue 12 tourne dans un premier sens. Les zones non hachurées correspondent aux zones de la face de friction 22 pour lesquelles les particules polluantes générées lors des phases de freinage sont majoritairement

libérées dans l'environnement et donc, non aspirées, lorsque la roue 12 tourne ce premier sens. On note que si la roue 12 tournait dans un deuxième sens opposé au premier sens, les zones hachurées et non hachurées seraient inversées par rapport à celles des figures 8 à 11.

5 [0131] Il est fait maintenant référence à la figure 8, qui correspond comme indiqué précédemment au premier appui de la plaquette neuve sur la roue 12.

[0132] Comme visible sur les cases 1N, 2N, 1U et 2U, lors de ce premier appui, les plaquettes ayant des rainures selon la technique antérieure ont une surface de contact de la face de friction 22A avec la roue 12 neuve (cases 1N et 2N) ou usée (cases 1U et 2U) qui ne comprend aucune portion des rainures de collecte. Aussi, les particules polluantes générées lors de ce premier appui sont très  
10 majoritairement, voire en totalité, libérées dans l'environnement.

[0133] Dans le cas de la plaquette 18 selon les figures 5A et 5B, la surface de contact de la face de friction 22A avec la roue 12 neuve (case 3N) ou usée (case 3U) est similaire à celle des plaquettes de la technique antérieure. En effet, la surface de contact de la face de friction 22A avec la roue 12 ne comprend aucune portion des rainures de collecte principales 30, 32. Aussi, les particules  
15 polluantes générées lors de ce premier appui sont très majoritairement, voire en totalité, libérées dans l'environnement.

[0134] La situation est différente pour les plaquettes 18 ayant des rainures de collecte agencées selon les exemples des figures 6 et 7 décrits ci-avant. Sur ces exemples, des rainures de collecte secondaires 38 sont prévues. Comme indiqué précédemment, de telles rainures de collecte  
20 secondaires 38 sont agencées sur une portion centrale de la face de friction 22A. Aussi, lors du premier appui de la face de friction sur la roue 12, une portion de la rainure de collecte secondaire 38 est incluse dans la surface de contact de la face de friction 22A sur la roue 12 neuve (cases 4N et 5N) ou usée (cases 4U et 5U). Cette portion de la rainure de collecte 38 est donc obturée par la surface radialement externe 16 de la roue 12. Ceci permet de collecter dans la rainure de collecte  
25 secondaire 38 les particules polluantes générées par la partie de la surface de contact de la face de friction 22A qui est située devant la portion de la rainure de collecte secondaire 38 obturée selon les sens de rotation R de la roue. Cette partie de la surface de contact pour laquelle les particules générées peuvent être collectées dans la rainure de collecte secondaire 38 est représentée en hachures sur les cases 4N, 5N, 4U et 5U.

30 [0135] On note toutefois que la totalité de la rainure de collecte secondaire 38 n'est pas dans la surface de contact de la face de friction 22A avec la roue 12 à cause de la forme tronconique de la surface radialement externe de la roue 12. Aussi, la rainure de collecte secondaire 38 n'est pas lors de ce premier appui mise en dépression de manière homogène, puisque l'air ambiant peut y accéder à travers la portion de la rainure 38 non obturée. Dans le cas de l'exemple de la figure 7, l'air ambiant  
35 peut aussi accéder à la portion obturée de la rainure 38 à travers les rainures de collecte principales 30, 32 et transversales 40, 42, avec lesquelles la rainure de collecte secondaire 38 est reliée fluidiquement. Aussi, une partie des particules polluantes collectées dans la rainure de collecte secondaire 38 est finalement libérée dans l'environnement avant aspiration. Par exemple, lorsqu'une portion de la rainure obturée, en l'occurrence la rainure de collecte secondaire 38, n'est pas obturée,

le taux de particules collectées dans cette rainure qui est finalement aspiré peut être compris entre 30% et 60%, ou entre 35% et 50%. Par exemple, ce taux peut être sensiblement égal à 40%.

**[0136]** Il est fait maintenant référence à la figure 9, dans laquelle le niveau d'usure de la face de friction 22A est supérieur à celui de la figure 8.

5 **[0137]** Dans le cas des plaquettes ayant des rainures selon la technique antérieure, la surface de contact de la face de friction 22A avec la roue 12 neuve (cases 1N et 2N) comprend cette fois-ci une portion des rainures de collecte agencées aux extrémités de ces plaquettes selon la technique antérieure. Cette portion des rainures de collecte est donc obturée par la surface radialement externe 16 de la roue 12. Ceci permet de collecter dans les rainures de collecte des extrémités de la plaquette  
10 les particules polluantes générées par la partie de la surface de contact de la face de friction 22A qui est située devant la portion des rainures de collecte obturées selon les sens de rotation R de la roue. Cette partie de la surface de contact correspond à la partie en hachures sur les cases 1N et 2N. Toutefois, comme expliqué précédemment pour les cas des cases 4N, 5N, 4U et 5U de la figure 8, étant donné que les rainures de collecte des extrémités de ces plaquettes selon la technique  
15 antérieure ne sont pas obturées en totalité, ces rainures ne sont pas mises en dépression de manière homogène et une partie des particules collectées sont finalement libérées dans l'environnement à travers la portion non obturée des rainures. Le taux de particules collectées qui est finalement aspiré peut donc être compris entre 30% et 60%, ou entre 35% et 50%. Par exemple, ce taux peut être sensiblement égal à 40%.

20 **[0138]** On note qu'avec le niveau d'usure de la figure 9, lorsque les plaquettes selon la technique antérieur viennent en appui contre une roue usée, les rainures de collecte prévues ne sont pas incluses dans la surface de contact de la face de friction 22A avec la roue 12 (voir cases 1U et 2U). Aussi, à ce niveau d'usure de la face de friction 22A et lorsque la roue est usée, les particules polluantes générées par l'abrasion de la face de friction 22A et de la roue sont très majoritairement,  
25 voire en totalité, libérées dans l'environnement.

**[0139]** Dans le cas de la plaquette 18 selon les figures 5A et 5B, la surface de contact de la face de friction 22A avec la roue 12 neuve (case 3N) ou usée (case 3U) est similaire à celle des plaquettes de la technique antérieure. Aussi, dans le cas de la roue neuve, une partie de la surface de contact de la face de friction 22A comprend une portion des rainures de collecte principales 30, 32, ce qui  
30 permet de collecter les particules issues de la zone hachurée de la case 3N. Toutefois, toute la rainure de collecte principale 30, 32 n'est pas obturée par la roue 12. Ces rainures 30, 32 ne sont donc pas mises en dépression de manière homogène et par conséquent une partie des particules collectées sont finalement libérées dans l'environnement à travers la portion non obturée des rainures 30, 32. Le taux de particules collectées qui est finalement aspiré peut donc être compris  
35 entre 30% et 60%, ou entre 35% et 50%. Par exemple, ce taux peut être sensiblement égal à 40%. Dans le cas de la roue usée, la surface de contact de la face de friction 22A ne comprend aucune portion des rainures de collecte principales 30, 32. Par conséquent, les particules polluantes générées par l'abrasion de la face de friction 22A et de la roue usée sont très majoritairement, voire en totalité, libérées dans l'environnement.

[0140] Pour l'exemple de la figure 6, la situation est la même que pour le niveau d'usure de la figure 8, mais comme la surface de contact de la face de friction 22A avec la roue 12, neuve ou usée, est plus grande, la portion de la rainure de collecte secondaire 38 qui est obturée par la surface radialement externe 16 de la roue 12 est également plus grande. Ceci permet de collecter dans la rainure de collecte secondaire 38 davantage de particules polluantes. Comme dans les cas précédents, les particules polluantes collectées sont issues de la partie de la surface de contact de la face de friction 22A qui est située devant la portion de la rainure de collecte secondaire 38 obturée selon le sens de rotation R de la roue (partie hachurée sur les figures 4N et 4U). Cependant, la rainure de collecte secondaire 38 n'est pas obturée en totalité, de sorte que la dépression à l'intérieur de celle-ci n'est pas homogène, ce qui provoque que le taux de particules collectées qui est vraiment aspiré soit compris dans les plages indiquées précédemment (30% à 60%, ou 35% à 50%, par exemple 40%).

[0141] Pour l'exemple de la figure 7, lorsque la face de friction 22A vient en appui de la roue 12 usée, la situation au niveau d'usure de la face de friction 22A de la figure 9 est similaire à celle du niveau d'usure de la figure 8, mais avec une surface de contact plus grande (voir case 5U). On obture ainsi une portion plus grande de la rainure de collecte secondaire 38. La partie de la surface de contact de la face de friction 22A pour laquelle les particules générées peuvent être collectées dans la rainure 38 est donc plus grande (voir partie hachurée de la case 5U). La quantité totale de particules collectées dans la rainure de collecte secondaire 38 est donc supérieur à celle de la figure 8. Toutefois, comme la rainure de collecte secondaire 38 n'est toujours pas obturée en totalité, le taux de particules collectées dans la rainure 38 qui est vraiment aspiré est compris dans les plages indiquées précédemment (30% à 60%, ou 35% à 50%, par exemple 40%).

[0142] Dans le cas du contact entre la plaquette de la figure 7 et la roue neuve, la surface de contact est aussi plus grande au niveau d'usure de la figure 9 qu'à celui de la figure 8. Comme visible sur la case 5N, la surface de contact comprend maintenant non seulement une portion de la rainure de collecte secondaire 38, mais aussi une portion des rainures de collecte principales 30, 32, et une portion des rainures de collecte transversales 40, 42. La partie de la surface de contact de la face de friction 22A pour laquelle les particules générées peuvent être collectées dans les rainures 30, 32, 38, 40, 42 est donc plus grande et correspond à la partie hachurée sur la case 5N. Toutefois, comme aucune des rainures 30, 32, 38, 40, 42 n'est toujours pas obturée en totalité, le taux de particules collectées dans la rainure 38 qui est vraiment aspiré est compris dans les plages indiquées précédemment (30% à 60%, ou 35% à 50%, par exemple 40%).

[0143] Il est fait maintenant référence à la figure 10, dans laquelle le niveau d'usure de la face de friction 22A est supérieur à celui de la figure 9.

[0144] Dans le cas des plaquettes de la technique antérieure de la ligne X=1 du tableau (correspondant à celles qui comprennent deux rainures aux extrémités qui s'étendent sur la quasi-totalité de la largeur de la plaquette), la surface de contact de la face de friction 22A sur la roue 12 neuve est telle que les rainures des extrémités sont obturées en totalité sauf à leur extrémité située sur le bord chanfreiné de la plaquette. Les particules issues de toute la zone hachurée sur la case

1N peuvent donc être collectées dans les rainures des extrémités, mais une partie est libérée dans l'environnement à travers l'extrémité non obturée avant leur aspiration. Le taux de particules collectées dans les rainures aux extrémités de la plaquette qui est vraiment aspiré est donc compris dans les plages indiquées précédemment (30% à 60%, ou 35% à 50%, par exemple 40%).

- 5 **[0145]** Lorsque la roue est usée, la surface de contact des plaquettes de la technique antérieure de la ligne X=1 n'inclut toujours pas les rainures de collecte des extrémités de la plaquette (case 1U). Aussi, à ce niveau d'usure de la face de friction 22A et lorsque la roue est usée, les particules polluantes générées par l'abrasion de la face de friction 22A et de la roue sont très majoritairement, voire en totalité, libérées dans l'environnement.
- 10 **[0146]** Dans le cas des plaquettes de la technique antérieure de la ligne X=2 du tableau (correspondant à celles qui comprennent deux rainures plus courtes que celles de la ligne X=1), la surface de contact de la face de friction 22A sur la roue comprend la totalité des rainures des extrémités (case 2N). Les rainures sont donc mises en dépression de manière homogène, et le risque de fuite des particules collectées dans les rainures est très réduit. Lorsque les rainures de
- 15 collecte sont totalement obturées, le pourcentage des particules collectées dans les rainures qui est effectivement aspiré est compris entre 80% et 100%. Par exemple, le pourcentage de particules collectées dans les rainures qui est effectivement aspiré est égal à 90%.
- [0147]** Lorsque la roue est usée, la surface de contact des plaquettes de la technique antérieure de la ligne X=2 n'inclut toujours pas les rainures de collecte des extrémités de la plaquette (case 2U).
- 20 Aussi, à ce niveau d'usure de la face de friction 22A et lorsque la roue est usée, les particules polluantes générées par l'abrasion de la face de friction 22A et de la roue sont très majoritairement, voire en totalité, libérées dans l'environnement.
- [0148]** Dans les exemples des figures 5A à 7, lorsque le contact de la face de friction 22A se fait avec la roue neuve, la totalité de la première partie 34 des rainures de collecte principales 30, 32, et
- 25 éventuellement secondaire 38, ainsi que la totalité des rainures de collecte transversales 40, 42 sont obturées par la roue (cases 3N, 4N et 5N). On note qu'au niveau d'usure de la figure 10, la deuxième partie 36 des rainures comprenant une partie immergée n'a pas encore émergée. Aussi, toutes les rainures 30, 32, 38, 40, 42 sont mises en dépression de manière homogène, et le risque de fuite des particules collectées dans les rainures 30, 32, 38, 40, 42 est très réduit. Comme indiqué
- 30 précédemment, lorsque les rainures sont totalement obturées, le pourcentage des particules collectées dans les rainures qui est effectivement aspiré est compris entre 80% et 100%. Par exemple, le pourcentage de particules collectées dans les rainures qui est effectivement aspiré est égal à 90%.
- [0149]** Pour l'exemple de la figure 5A, lorsque le contact de la face de friction 22A se fait avec la
- 35 roue usée, la surface de contact de la face de friction 22A n'inclut toujours pas les rainures de collecte 30, 32 (case 3U). Aussi, à ce niveau d'usure de la face de friction 22A et lorsque la roue est usée, les particules polluantes générées par l'abrasion de la face de friction 22A et de la roue 12 sont très majoritairement, voire en totalité, libérées dans l'environnement.

[0150] Pour l'exemple de la figure 6, lorsque le contact de la face de friction 22A se fait avec la roue usée, la surface de contact de la face de friction 22A est similaire à celle du niveau d'usure de la figure 9, mais avec une surface de contact plus grande (voir case 4U). On obture ainsi une portion plus grande de la rainure de collecte secondaire 38. La partie de la surface de contact de la face de friction 22A pour laquelle les particules générées peuvent être collectées dans la rainure 38 est donc plus grande (voir partie hachurée de la case 4U). La quantité totale de particules collectées dans la rainure de collecte secondaire 38 est donc supérieur à celle de la figure 9. Toutefois, comme la rainure de collecte secondaire 38 n'est toujours pas obturée en totalité, le taux de particules collectées dans la rainure 38 qui est vraiment aspiré est compris dans les plages indiquées précédemment (30% à 60%, ou 35% à 50%, par exemple 40%).

[0151] Pour l'exemple de la figure 7, lorsque le contact de la face de friction se fait avec la roue usée, la surface de contact de la face de friction 22A comprend non seulement la rainure de collecte secondaire 38, mais aussi les surfaces de collecte transversales 40, 42 (case 5U). Toutefois, les rainures de collecte principales 30, 32, qui sont reliées fluidiquement aux rainures de collecte transversales 40, 42 et secondaire 38, ne sont pas comprises dans cette surface de contact. Aussi, bien que la rainure de collecte principale 38 et les rainures de collecte transversales 40, 42 sont complètement obturées, l'air ambiant peut s'introduire dans ces rainures via les rainures de collecte principales 30, 32, non obturées. Les rainures 38, 40, 42 ne sont donc pas mises en dépression de manière homogène et une partie des particules collectées peut donc échapper à travers les rainures de collecte principales 30, 32. Par conséquent, et le taux de particules collectées dans la rainure 38 qui est vraiment aspiré est compris dans les plages indiquées précédemment (30% à 60%, ou 35% à 50%, par exemple 40%).

[0152] Il est fait maintenant référence à la figure 11, dans laquelle le niveau d'usure de la face de friction 22A est supérieur à celui de la figure 10. A ce niveau d'usure, que la roue soit neuve ou usée, et pour tous les types de plaquettes présentés sur les lignes X=1 à X=5, les rainures de collecte prévues dans la garniture sont complètement obturées par la roue 12 lors des phases de freinage. En effet, à ce niveau d'usure, la face de friction 22A a déjà épousé parfaitement la forme de la roue 12. Les particules issues de toute la surface de friction 22A peuvent donc être collectées dans les rainures de collecte. Comme les rainures sont complètement obturées, le pourcentage de particules collectées effectivement aspirées est compris entre 80% et 100%. Par exemple, le pourcentage de particules collectées dans les rainures qui est effectivement aspiré est égal à 90%.

[0153] Le graphe de la figure 12 représente, pour le cas où la roue 12 est neuve, l'évolution de l'efficacité cumulée de l'aspiration de particules (axe des ordonnées) en fonction du taux de durée de vie de la plaquette 18, notamment de sa garniture 20 (axe des abscisses). Le graphe de la figure 13 représente cette même évolution mais pour le cas où la roue 12 est usée.

[0154] Sur ces deux graphes, la courbe 50 représente cette évolution pour les plaquettes de la technique antérieure de la ligne X=1 des tableaux des figures 8 à 11. La courbe 52 représente cette évolution pour les plaquettes de la technique antérieure de la ligne X=2 des tableaux des figures 8 à 11. La courbe 54 représente cette évolution pour les plaquettes selon l'exemple de la figure 5A. La

courbe 56 représente cette évolution pour les plaquettes selon l'exemple de la figure 6. La courbe 58 représente cette évolution pour les plaquettes selon l'exemple de la figure 7.

[0155] Du graphe de la figure 12, on déduit que les garnitures 20 avec rainures immergées comme celles des exemples des figures 5A à 7 sont très efficaces en début de vie de la garniture 20 lorsque la roue 12 est neuve. En effet, jusqu'à 10% de la durée de vie de la garniture 20, l'efficacité d'aspiration augmente très rapidement, jusqu'à atteindre 70% d'efficacité d'aspiration. Ensuite, entre 10% et 30% de la durée de vie de la garniture 20, l'efficacité d'aspiration continue d'augmenter mais plus lentement, pour atteindre 75% d'efficacité. A partir de 30% de durée de vie de la garniture, l'efficacité d'aspiration est maintenue à autour de 75%. Sur le graphe de la figure 12, les courbes 54, 56, 58 sont coïncidentes, ce qui montre que tous les exemples des figures 5A à 7 ont des efficacités similaires.

[0156] Du graphe de la figure 12 on déduit également que l'emploi de rainures courtes comme celles de la technique antérieure de la ligne X=2 des figures 8 à 11 a, en début de vie de la garniture et lorsque la roue est neuve, une efficacité d'aspiration de particules similaire à celle des garnitures 20 avec rainures immergées des figures 5A à 8. En effet, jusqu'à 10% de la durée de vie de la garniture, la courbe 52 suit la tendance des courbes 54, 56 et 58, et elle atteint 70% d'efficacité. Toutefois, à partir de 10% de la durée de vie de la garniture, l'efficacité de l'aspiration diminue par rapport aux garnitures 20 avec rainures immergées. Ceci est dû au fait que les rainures courtes de la technique antérieure ont une taille constante tout le long de leur durée de vie. Ces rainures courtes peuvent être similaires en taille à la première partie 34 des rainures avec parties immergées des figures 5A à 7. Aussi, tant que la garniture avec des rainures courtes selon la technique antérieure n'est pas usée sur la partie de la garniture qui ne comprend pas de rainures, l'efficacité d'aspiration est la même que dans les garnitures 20 avec rainures immergées. Toutefois, une fois que l'usure de ces parties démunies de rainures commence, dans le cas de la plaquette avec rainures courtes selon la technique antérieure les particules générées par l'usure de cette partie ne sont ni collectées ni aspirées (puisque, comme indiqué, dans ce cas de la technique antérieure l'usure de la plaquette ne change pas la taille des rainures de collecte). Au contraire, dans le cas des garnitures 20 avec des rainures immergées, l'usure de la plaquette 18 fait émerger les deuxième parties 36 des rainures avec parties immergées. Ainsi, dans les garnitures 20 selon les figures 5A à 7, la taille des rainures de collecte augmente au cours de l'usure de la plaquette 18, ce qui permet de collecter davantage de particules au fur et à mesure que la garniture est usée. Ces raisons expliquent pourquoi l'efficacité d'aspiration diminue à partir de 10% de durée de vie pour les plaquettes avec rainures courtes selon la technique antérieure, alors qu'elle continue d'augmenter pour les garnitures 20 avec des rainures immergées des figures 5A à 7.

[0157] Enfin, le graphe de la figure 12 montre que quand la roue est neuve, l'emploi d'une plaquette avec des rainures longues de la technique antérieure, telles que celles de la ligne X=1 des figures 8 à 11, est plus efficace que l'emploi des rainures courtes telles que celles de la ligne X=2 des figures 8 à 11 à partir de 70% de la durée de vie de la garniture. En effet, avant 70% de la durée de vie de la garniture, l'extrémité des rainures longues de la technique antérieure n'est pas obturée lors des

- phases de freinage, ce qui permet l'échappement des particules collectées dans les rainures. Au contraire, dans les rainures courtes de la technique antérieure, l'étanchéité des rainures arrive plus rapidement. Toutefois, comme expliqué précédemment, à partir de 10% de la durée de vie de la garniture, la surface usée de la garniture augmente, mais les rainures courtes de la technique antérieure n'augmentent pas leur taille, ce qui provoque une libération importante de particules dans l'environnement. Dans le cas des rainures longues de la technique antérieure, avant 70% de durée de vie de la garniture, ces rainures ne sont pas étanches. Toutefois, à partir de 70% de la durée de vie de la garniture, les extrémités de ces rainures longues commencent à être obturées par la roue lors des phases de freinage, de sorte que l'efficacité d'aspiration augmente.
- 10 **[0158]** Du graphe de la figure 13 on déduit que, lorsque la roue est usée, les garnitures comprenant au moins les rainures de collecte principales 30, 32 et la rainure de collecte secondaire 38, comme les exemples des figures 6 et 7, ont une efficacité d'aspiration supérieure par rapport aux garnitures démunies de rainure de collecte secondaire 38. Par ailleurs, pour le 30% initial de durée de vie de la garniture, la garniture 20 comprenant les rainures de collecte transversales 40, 42 qui relient les
- 15 rainures de collecte principales 30, 32 à la rainure de collecte secondaire 38 ont la meilleure efficacité parmi les différents types de garniture analysés. A partir de 30% de durée de vie de la garniture, l'efficacité d'aspiration est similaire pour la garniture selon l'exemple de la figure 6 et pour la garniture 20 selon l'exemple de la figure 7.
- 20 **[0159]** La présente divulgation ne se limite pas aux exemples de plaquettes de frein décrits ci-avant, seulement à titre d'exemple, mais elle englobe toutes les variantes que pourra envisager l'homme de l'art dans le cadre de la protection recherchée. Par exemple, selon une variante non illustrée, la face de friction de la garniture de la plaquette pourrait avoir deux rayons de courbure différents. Par exemple, la face de friction pourrait avoir un premier rayon de courbure plus petit au centre et un deuxième rayon de courbure plus large aux extrémités. Ceci permet de réduire la durée de la phase
- 25 de rodage.

### Revendications

**[Revendication 1]** Plaquette (18) de frein, la plaquette (18) comprenant une garniture (20) en matériau de friction comportant une face de friction (22A) destinée à venir au contact d'un élément tournant (12), un bord avant (22E) et un bord arrière (22F), la garniture étant pourvue d'au moins  
5 une rainure de collecte principale (30, 32), la plaquette (18) comprenant en outre au moins un trou d'aspiration destiné à être en communication fluïdique avec ladite au moins une rainure de collecte principale (30, 32), ledit au moins un trou d'aspiration étant aussi destiné à être relié à une source de dépression, dans laquelle ladite au moins une rainure de collecte principale (30, 32) comprend une première partie (34) ouverte sur la face de friction et une deuxième partie (36) recouverte par  
10 du matériau de friction de la face de friction (22A).

**[Revendication 2]** Plaquette (18) selon la revendication 1, dans laquelle ladite face de friction (22A) comprend un bord chanfreiné (22C) s'étendant entre ledit bord avant (22E) et ledit bord arrière (22F), la deuxième partie (36) de l'au moins une rainure de collecte principale (30, 32) étant disposée au moins en partie sous ledit bord chanfreiné (22C).

15 **[Revendication 3]** Plaquette (18) selon la revendication 1 ou 2, dans laquelle la garniture (20) comprend une première rainure de collecte principale (30) disposée à proximité dudit bord avant (22E) et une deuxième rainure de collecte principale (32) disposée à proximité dudit bord arrière (22F).

20 **[Revendication 4]** Plaquette (18) selon la revendication 3, dans laquelle la première rainure de collecte principale (30) s'étend en longueur sensiblement parallèlement audit bord avant (22E) et la deuxième rainure de collecte principale (32) s'étend en longueur sensiblement parallèlement audit bord arrière (22F).

25 **[Revendication 5]** Plaquette (18) selon l'une des revendications 3 ou 4, comprenant en outre une rainure de collecte secondaire (38) disposée entre la première rainure de collecte principale (30) et la deuxième rainure de collecte principale (32), ladite au moins une rainure de collecte secondaire (38) étant au moins en partie ouverte sur ladite face de friction (22A).

**[Revendication 6]** Plaquette (18) selon la revendication 5, dans laquelle ladite rainure de collecte secondaire (38) comprend une première partie ouverte sur ladite face de friction (22A) et une deuxième partie recouverte par du matériau de friction de la face de friction (22A).

30 **[Revendication 7]** Plaquette (18) selon l'une des revendications 5 à 7, dans laquelle ladite rainure de collecte secondaire (38) est reliée fluidiquement à ladite première rainure de collecte principale (30) et à ladite deuxième rainure de collecte principale (32).

35 **[Revendication 8]** Plaquette (18) selon l'une des revendications 5 à 8, comprenant en outre une première rainure de collecte transversale (40) reliant fluidiquement la première rainure de collecte principale (30) à la rainure de collecte secondaire (38), et une deuxième rainure de collecte transversale (42) reliant fluidiquement la deuxième rainure de collecte principale (32) à la rainure de collecte secondaire (38).

**[Revendication 9]** Plaquette (18) selon la revendication 8, dans laquelle la première rainure de collecte transversale (40) est au moins en partie ouverte sur la face de friction (22A) et s'étend en biais entre la première rainure de collecte principale (30) et la rainure de collecte secondaire (38), et la deuxième rainure de collecte transversale (42) est au moins en partie ouverte sur la face de friction (22A) et s'étend en biais entre la deuxième rainure de collecte principale (32) et la rainure de collecte secondaire (38).

- [Revendication 10]** Plaquette (18) selon l'une des revendications 7 à 9, comprenant un seul trou d'aspiration débouchant sur l'une parmi ladite rainure de collecte secondaire, ladite première rainure de collecte principale et à ladite deuxième rainure de collecte principale.
- 10 **[Revendication 11]** Plaquette (18) selon l'une des revendications 3 à 10, dans laquelle la première rainure de collecte principale (30) s'étend en profondeur non-parallèlement audit bord avant (22E) et la deuxième rainure de collecte principale (32) s'étend en profondeur non-parallèlement audit bord arrière (22F).