

Description**Titre : Groupe de pompage**

La présente invention se rapporte à un groupe de pompage comportant une pompe à vide primaire et une pompe à vide de type Roots montée en série et en
5 amont de la pompe à vide primaire dans le sens d'écoulement des gaz à pomper.

Certains groupes de pompage sont employés dans des procédés dits « à poudre » car mettant en œuvre des gaz générant de grandes quantités de sous-produits solides. C'est le cas par exemple de certains procédés de fabrication de semi-conducteurs.

10 Ces composés solides peuvent se déposer sur les surfaces internes des pompes à vide et former des agglomérats qui peuvent finir par restreindre les dimensions de passage des gaz et conduire ainsi à des pertes de capacité de pompage.

L'accumulation de ces poudres s'effectue relativement rapidement comparé à la durée de vie des pompes à vide ce qui limite la durée d'utilisation des pompes sans
15 interventions de maintenance. La canalisation reliant les deux pompes à vide est notamment propice aux dépôts, en particulier lorsque celle-ci présente des portions fortement coudées, et doit donc être fréquemment retirée pour être nettoyée. Cependant, du fait de son positionnement confiné entre les pompes et du fait de ses grandes dimensions, cette canalisation inter-pompes peut s'avérer difficile à démonter
20 sans nécessiter également le démontage d'au moins une des deux pompes.

En plus d'être fréquente, la maintenance peut donc être relativement longue et compliquée.

Un but de la présente invention est de proposer un groupe de pompage amélioré résolvant au moins partiellement un des inconvénients de l'état de la technique.

25 A cet effet, l'invention a pour objet un groupe de pompage comportant :
- une pompe à vide primaire,
- une pompe à vide de type Roots comprenant un étage de pompage ayant un stator à l'intérieur duquel deux rotors Roots sont configurés pour tourner de façon synchronisée en sens inverse pour entraîner un gaz à pomper entre un orifice d'entrée

et un orifice de sortie,

- une canalisation reliant l'orifice de sortie à une aspiration de la pompe à vide primaire.

La plus petite distance entre une bordure de l'orifice de sortie et chacun des
5 rotors dans l'étage de pompage est par exemple au moins inférieure à trois centimètres.

Le groupe de pompage peut comporter une ou plusieurs des caractéristiques décrites ci-après, prises seules ou en combinaison.

La plus petite distance est par exemple inférieure à deux centimètres, telle
10 qu'inférieure à un centimètre, telle qu'inférieure à 0,5 centimètre, telle que supérieure à 0,1cm.

Cette distance est la plus petite lorsque, en fonctionnement, les rotors sont rapprochés, chacun à leur tour, au maximum de l'orifice de sortie. L'orifice de sortie est généralement situé à égale distance des axes des rotors. La distance est donc la
15 même entre chacun des deux rotors et l'orifice de sortie.

L'orifice de sortie de la pompe à vide de type Roots est ainsi rapproché de la zone balayée par les rotors. Ceci a pour effet que, lors de leur rotation, les rotors peuvent balayer les poudres accumulées sur les bordures de l'orifice de sortie. Toute accumulation de poudre dépassant de l'orifice de sortie peut donc être
20 automatiquement raclée par effet mécanique et entraînée avec les gaz pompés hors de l'étage de pompage. La bordure de l'orifice de sortie peut ainsi être nettoyée par les rotors au moins dès que l'accumulation des poudres dépasse la valeur de la distance entre la bordure de l'orifice de sortie et la zone délimitée par le balayage des rotors. Cette géométrie permet de réduire le colmatage par les poudres dans l'étage de
25 pompage en maintenant un passage permanent pour les gaz et les poudres transportées vers la pompe à vide primaire sans permettre aux poudres de s'accumuler au refoulement de la pompe à vide de type Roots. On peut ainsi réduire les pertes de capacité de pompage en sortie de la pompe à vide de type Roots.

L'orifice de sortie présente par exemple une forme circulaire dont le diamètre est
30 inférieur à cinq centimètres, tel que compris entre deux et cinq centimètres. Un orifice

- de sortie présentant de telles dimensions forme une restriction par rapport aux dimensions générales d'un orifice de sortie d'une pompe à vide de type Roots. Cette restriction permet d'accélérer les gaz dès leur sortie des rotors, ce qui facilite l'entraînement des poudres avec les gaz pompés. En outre, la perte de charge
- 5 apportée par cette restriction dans le flux des gaz pompés est négligeable par rapport aux performances générales du groupe de pompage.

La canalisation peut être droite. On peut ainsi limiter l'accumulation des poudres dans la canalisation, celles-ci étant alors entraînées par les gaz pompés ainsi que par gravité.

- 10 Selon un premier exemple, l'orifice de sortie est situé à l'extrémité d'un tube amont de la canalisation pénétrant dans l'étage de pompage. Le tube amont pénétrant dans le stator permet de rapprocher l'orifice de sortie des rotors de façon simple, par un prolongement de la canalisation dans le stator.

- Le tube amont peut faire saillie d'un réceptacle de sortie de l'étage de pompage.
- 15 Le réceptacle de sortie permet de former un réservoir de stockage d'une partie des poudres évacuées de l'orifice de sortie par la rotation des rotors. Une partie des poudres peut ainsi s'accumuler dans la zone morte du réceptacle de sortie sans boucher l'orifice de sortie de la pompe à vide de type Roots tandis qu'une autre partie des poudres est emportée dans la canalisation avec les gaz pompés.

- 20 En outre, une fois le réceptacle de sortie rempli, les poudres accumulées dépassant du réceptacle de sortie peuvent également être balayées par les rotors et être envoyées dans la canalisation avec les gaz pompés.

- Selon un exemple de réalisation, le groupe de pompage comporte en outre un circuit refroidisseur configuré pour refroidir au moins partiellement le tube amont de la canalisation, par exemple par circulation d'un fluide caloporteur tel que de l'eau à
- 25 température ambiante. En effet, il peut être avantageux d'abaisser la température du tube amont, par exemple de plusieurs dizaines de degrés Celsius, par exemple pour rester au-dessous d'une température maximale comprise entre 100 et 250°C, tel que de 200°C, afin d'éviter de polymériser les poudres qui pourraient s'agglomérer,

s'accumuler et durcir sur le tube amont, la portion aval de la canalisation ou la pompe à vide primaire.

Le circuit refroidisseur comporte par exemple une enveloppe entourant une embase du tube amont, une entrée et une sortie de l'enveloppe permettant la circulation d'un fluide caloporteur dans la double-paroi formée par l'enveloppe et le tube amont.

L'entrée est par exemple située à l'extrémité d'un tuyau d'entrée du circuit refroidisseur et la sortie est située à l'extrémité d'un tuyau de sortie du circuit refroidisseur, les tuyaux d'entrée et de sortie faisant saillie dans le volume de la double paroi. Les tuyaux d'entrée et de sortie font par exemple saillie du fond verticalement, parallèlement au tube amont. Les tuyaux d'entrée et de sortie sont par exemple diamétralement opposés dans le volume de la double paroi. La longueur du tuyau de sortie peut être supérieure à la longueur du tuyau d'entrée. Cet agencement permet d'assurer un remplissage minimal dans la double paroi et permet un balayage du fluide caloporteur également sur la hauteur de l'enveloppe.

Selon un autre exemple de réalisation, le circuit refroidisseur comporte un serpentin entourant une embase du tube amont et traversant le fond pour raccorder une entrée et une sortie du serpentin à un circuit externe de fluide caloporteur.

Un fond au moins du réceptacle de sortie peut être amovible. On peut alors extraire les poudres dans l'étage de pompage sans avoir à démonter les pompes à vide.

Selon un exemple de réalisation, le réceptacle de sortie comporte d'une part, une portion circonférentielle formée dans le stator de l'étage de pompage et d'autre part, un fond fixé au tube amont de la canalisation.

Lorsque le groupe de pompage comporte un bâti configuré pour supporter la pompe à vide de type Roots, la canalisation peut comporter en outre une portion aval démontable du tube amont. La portion aval démontable permet à celle-ci de pouvoir être retirée sans nécessiter le démontage du tube amont de la canalisation. Le tube amont peut rester en place, fixé au stator de l'étage de pompage, la pompe à vide de type Roots étant supportée par le bâti. On peut alors nettoyer le tube amont, voire

l'intérieur du réceptacle de sortie depuis l'extérieur, par exemple à l'aide d'un goupillon. Le démontage partiel de la canalisation permet ainsi une maintenance simplifiée, plus rapide, ne nécessitant pas le démontage des pompes.

La portion aval de la canalisation peut comporter un soufflet.

- 5 Selon un deuxième exemple de réalisation, l'orifice de sortie de l'étage de pompage est ménagé dans le stator de l'étage de pompage.

Par exemple, l'orifice de sortie est formé dans une portion plate du stator de section transversale oblongue.

- 10 Selon un autre exemple, le stator présente une paroi rentrante dans laquelle est ménagé l'orifice de sortie. La paroi rentrante peut être formée par une paroi plane rehaussée, la rehausse épousant la forme de la trajectoire des rotors. La plus petite distance entre l'orifice de sortie et la zone délimitée par le balayage des rotors dans l'étage de pompage peut ainsi être réduite de manière plus importante.

Présentation des dessins

- 15 D'autres avantages et caractéristiques apparaîtront à la lecture de la description suivante d'un mode de réalisation particulier de l'invention, mais nullement limitatif, ainsi que des dessins annexés sur lesquels :

[Fig. 1] représente une vue schématique d'un groupe de pompage selon un premier exemple de réalisation.

- 20 [Fig. 2] montre une vue d'une pompe à vide de type Roots en coupe transversale et d'une canalisation du groupe de pompage de la Figure 1.

[Fig. 3] montre une vue en coupe d'éléments de la pompe à vide de type Roots et de la canalisation de la Figure 2.

- 25 [Fig. 4] montre une vue agrandie et en coupe d'un détail des éléments de la Figure 3.

[Fig. 5] montre une vue en perspective de la canalisation du groupe de pompage de la Figure 2 fixée à un fond d'un réceptacle de sortie.

[Fig. 6] montre une vue similaire à la Figure 5 pour un deuxième exemple de réalisation du groupe de pompage.

[Fig. 7] est une vue similaire à la Figure 6 sur laquelle on a représenté une enveloppe d'un circuit refroidisseur en pointillés.

5 [Fig. 8] est une vue retournée des éléments de la Figure 6.

[Fig. 9] représente une vue similaire à la Figure 1 pour un troisième exemple de réalisation du groupe de pompage.

[Fig. 10] montre une vue schématique en coupe d'une pompe à vide de type Roots en coupe transversale et d'une canalisation du groupe de pompage pour un
10 quatrième exemple de réalisation du groupe de pompage.

[Fig. 11] représente une vue similaire à la Figure 10 pour un cinquième exemple de réalisation du groupe de pompage.

[Fig. 12] représente une vue similaire à la Figure 10 pour un sixième exemple de réalisation du groupe de pompage.

15 [Fig. 13] montre une vue schématique en perspective d'un stator d'une pompe à vide de type Roots d'un groupe de pompage selon le sixième exemple de réalisation.

Sur ces Figures, les éléments identiques portent les mêmes numéros de référence.

Les réalisations suivantes sont des exemples. Bien que la description se réfère à
20 un ou plusieurs modes de réalisation, ceci ne signifie pas nécessairement que chaque référence concerne le même mode de réalisation, ou que les caractéristiques s'appliquent seulement à un seul mode de réalisation. De simples caractéristiques de différents modes de réalisation peuvent également être combinées ou interchangées pour fournir d'autres réalisations.

25 On définit par pompe à vide primaire, une pompe à vide volumétrique, qui est configurée pour, à l'aide de deux rotors, aspirer, transférer, puis refouler le gaz à pomper à la pression atmosphérique. Les rotors sont portés par deux arbres entraînés en rotation par un moteur de la pompe à vide primaire.

On définit par pompe à vide de type Roots (également appelé « Roots Blower » en anglais), une pompe à vide volumétrique configurée pour, à l'aide de rotors de type Roots, aspirer, transférer puis refouler le gaz à pomper. La pompe à vide de type Roots est montée en amont et en série d'une pompe à vide primaire. Les rotors sont
5 portés par deux arbres entraînés en rotation par un moteur de la pompe à vide de type Roots.

On entend par « en amont », un élément qui est placé avant un autre par rapport au sens de circulation du gaz. A contrario, on entend par « en aval », un élément placé après un autre par rapport au sens de circulation du gaz à pomper.

10

La Figure 1 représente un groupe de pompage 1 destiné à être raccordé à une chambre de procédés pour le pompage des gaz (le sens de circulation des gaz pompés est illustré par les flèches sur la Figure 1). Il peut s'agir d'une chambre dans laquelle ont lieu des procédés de dépôts et de gravures utilisés dans la fabrication de
15 dispositifs microélectroniques sur des plaquettes de silicium.

Le groupe de pompage 1 comporte une pompe à vide primaire 2 et une pompe à vide de type Roots 3.

La pompe à vide primaire 2 est par exemple une pompe à vide multiétagée de type « Roots », « Claw » ou de type à spirale ou à vis ou d'un autre principe similaire
20 de pompe à vide volumétrique. La pression de refoulement de la pompe à vide primaire 2 est la pression atmosphérique.

La pompe à vide de type Roots 3 est montée en série et en amont de la pompe à vide primaire 2 dans le sens d'écoulement des gaz pompés. La pompe à vide de type Roots 3 est par exemple située spatialement au-dessus de la pompe à vide primaire 2
25 dans un bâti 4 du groupe de pompage 1.

La pompe à vide de type Roots 3 est, comme la pompe à vide primaire 2, une pompe à vide volumétrique, qui, à l'aide de rotors 5 entraînés en rotation par un moteur 6, aspire, transfère puis refoule le gaz à pomper.

Comme mieux visible sur la vue en coupe de la Figure 2, la pompe à vide de type Roots 3 comprend un étage de pompage 7 ayant un stator 9 à l'intérieur duquel deux rotors 5 Roots sont angulairement décalés et configurés pour tourner de façon synchronisée en sens inverse pour entraîner un gaz à pomper entre un orifice d'entrée 10 et un orifice de sortie 11 de l'étage de pompage 7. Le stator 9 délimite le logement de l'étage de pompage 7 recevant les rotors 5. Il est généralement réalisé en fonte.

Lors de la rotation, le gaz aspiré depuis l'orifice d'entrée 10 est emprisonné dans le volume engendré par les rotors 5 et le stator 9, puis est entraîné par les rotors 5 vers l'orifice de sortie 11 (le sens de rotation des rotors 5 est illustré par les flèches de la Figure 2).

La pompe à vide de type Roots 3 est dite « sèche » car en fonctionnement, les rotors 5 tournent à l'intérieur du stator 9 sans aucun contact mécanique avec le stator 9, ce qui permet de ne pas utiliser d'huile dans l'étage de pompage 7.

La pompe à vide de type Roots 3 peut comporter un étage de pompage supplémentaire en série et en amont de l'étage de pompage 7. Les rotors 5 des deux étages de pompage sont alors entraînés simultanément en rotation par le même moteur 6 de la pompe à vide de type Roots 3.

L'orifice de sortie 11 est l'orifice de l'étage de pompage 7 par lequel sortent les gaz pompés. Il est relié à une aspiration 12 de la pompe à vide primaire 2 par une canalisation 13 du groupe de pompage 1 par exemple réalisée au moins partiellement en acier inoxydable.

La plus petite distance d entre une bordure de l'orifice de sortie 11 et chacun des rotors 5 dans l'étage de pompage 7 est par exemple au moins inférieure à trois centimètres, telle qu'inférieure à deux centimètres, telle qu'inférieure à un centimètre, telle qu'inférieure à 0,5 centimètre, telle que supérieure à 0,1cm (Figure 4).

Cette distance d est la plus petite lorsque, en fonctionnement, les rotors 5 sont rapprochés, chacun à leur tour, au maximum de l'orifice de sortie 11. L'orifice de sortie 11 est généralement situé à égale distance des axes des rotors 5. La distance d est donc la même entre chacun des deux rotors 5 et l'orifice de sortie 11.

L'orifice de sortie 11 de la pompe à vide de type Roots 3 est ainsi rapproché de la zone balayée par les rotors 5. Ceci a pour effet que, lors de leur rotation, les rotors 5 peuvent balayer les poudres accumulées sur les bordures de l'orifice de sortie 11. Toute accumulation de poudre dépassant de l'orifice de sortie 11 peut donc être
5 automatiquement raclée par effet mécanique et entraînée avec les gaz pompés hors de l'étage de pompage 7. La bordure de l'orifice de sortie 11 peut ainsi être nettoyée par les rotors 5 au moins dès que l'accumulation des poudres dépasse la valeur de la distance d entre la bordure de l'orifice de sortie 11 et la zone délimitée par le balayage des rotors 5. Cette géométrie permet de réduire le colmatage par les poudres dans
10 l'étage de pompage 7 en maintenant un passage permanent pour les gaz et les poudres transportées vers la pompe à vide primaire 2 sans permettre aux poudres de s'accumuler au refoulement de la pompe à vide de type Roots 3. On peut ainsi réduire les pertes de capacité de pompage en sortie de l'étage de pompage 7 de la pompe à vide de type Roots 3.

15 L'orifice de sortie 11 (sa bordure) présente par exemple une forme circulaire dont le diamètre D est inférieur à cinq centimètres, tel que compris entre deux et cinq centimètres. Un orifice de sortie 11 présentant de telles dimensions forme une restriction par rapport aux dimensions générales d'un orifice de sortie d'une pompe à vide de type Roots. Cette restriction permet d'accélérer les gaz dès leur sortie des
20 rotors 5, ce qui facilite l'entraînement des poudres avec les gaz pompés. En outre, la perte de charge apportée par cette restriction dans le flux des gaz pompés est négligeable par rapport aux performances générales du groupe de pompage 1.

Selon un premier exemple de réalisation visible sur les Figures 2 à 5, l'orifice de sortie 11 est situé à l'extrémité d'un tube amont 14 de la canalisation 13 pénétrant
25 dans l'étage de pompage 7.

Le tube amont 14 peut faire saillie d'un réceptacle de sortie 15 de l'étage de pompage 7. Le tube amont 14 est par exemple un cylindre droit s'étendant verticalement du fond 16 du réceptacle de sortie 15. Le tube amont 14 mesure par exemple entre 70 et 100mm.

30 Le réceptacle de sortie 15 permet de former un réservoir de stockage d'une partie des poudres évacuées de l'orifice de sortie 11 par la rotation des rotors 5. Une

partie des poudres peut ainsi s'accumuler dans la zone morte du réceptacle de sortie 15 sans boucher l'orifice de sortie 11 de la pompe à vide de type Roots 3 tandis qu'une autre partie des poudres est emportée dans la canalisation 13 avec les gaz pompés.

Les poudres accumulées dans le réceptacle de sortie 15 ne sont pas gênantes
5 pour les performances de pompage de la pompe à vide de type Roots 3.

En outre, une fois le réceptacle de sortie 15 rempli, les poudres accumulées dépassant du réceptacle de sortie 15 peuvent également être balayées par les rotors 5 et être envoyées dans la canalisation 13 avec les gaz pompés.

Le fond 16 au moins du réceptacle de sortie 15 est par exemple amovible, ce qui
10 permet de vider facilement les poudres du réceptacle 15 pour son nettoyage éventuel. On peut alors extraire les poudres dans l'étage de pompage 7 sans avoir à démonter les pompes à vide 2, 3.

Dans l'exemple de réalisation des Figures 2 et 3, le réceptacle de sortie 15 comporte d'une part, une portion circonférentielle 17 formée dans le stator 9 de l'étage
15 de pompage 7 et d'autre part, un fond 16 fixé au tube amont 14 de la canalisation 13. La portion circonférentielle 17 présente par exemple une forme générale conique ou cylindrique.

Un joint d'étanchéité peut être disposé entre la portion circonférentielle 17 et le fond 16. Une gorge annulaire 18 peut être ménagée dans le fond 16 pour recevoir le
20 joint d'étanchéité.

Le fond 16 peut être fixé à la portion circonférentielle 17 par des premiers moyens de fixation classiques, tel que des vis insérées dans le stator 9, traversant des trous 19 d'une bride annulaire du fond 16 (Figure 5).

On comprend que le tube amont 14 pénétrant dans le stator 9 permet de
25 rapprocher l'orifice de sortie 11 des rotors 5. Ce rapprochement de l'orifice de sortie 11 peut être réalisé simplement, par un prolongement de la canalisation 13 et ici, par la fixation d'un fond 16 au tube amont 14, le fond 16 présentant des moyens de fixation compatibles avec le stator 9 de l'étage de pompage 7.

Les Figures 6, 7 et 8 montrent une variante de réalisation.

Dans cette variante, le groupe de pompage 1 comporte en outre un circuit refroidisseur 30 configuré pour refroidir au moins partiellement le tube amont 14 de la canalisation 13. En effet, il peut être avantageux d'abaisser la température du tube amont 14, par exemple de plusieurs dizaines de degrés Celsius, pour rester au-
5 dessous d'une température maximale comprise entre 100°C et 250°C, telle que de 200°C, afin d'éviter de polymériser les poudres qui pourraient s'agglomérer, s'accumuler et durcir sur le tube amont 14, la portion aval de la canalisation 13 ou la pompe à vide primaire 2.

Le circuit refroidisseur 30 comporte par exemple une enveloppe 31 entourant
10 une embase du tube amont 14 (Figures 6 et 7). L'enveloppe 31 présente par exemple une forme cylindrique coaxiale au tube amont 14. L'enveloppe 31 s'étend du fond 16 du réceptacle de sortie 15 jusqu'à une hauteur inférieure à la hauteur du tube amont 14, tel qu'à une hauteur supérieure aux trois-quarts, tel qu'à une distance comprise entre un et deux centimètres de l'orifice de sortie 11 pour ne pas gêner la rotation des
15 rotors 5. La hauteur de l'enveloppe 31 est par exemple comprise entre 60 et 80mm.

L'enveloppe 31 comporte une entrée 32 et une sortie 33, permettant la circulation d'un fluide caloporteur dans le volume de la double-paroi formée par l'enveloppe 31 et le tube amont 14 (Figure 7). Le fluide caloporteur est par exemple de l'eau à température ambiante.

20 Selon un exemple de réalisation, l'entrée 32 est située à l'extrémité d'un tuyau d'entrée 34 du circuit refroidisseur 30 faisant saillie dans le volume de la double-paroi et la sortie 33 est située à l'extrémité d'un tuyau de sortie 35 du circuit refroidisseur 30 faisant saillie dans le volume de la double-paroi. Les tuyaux d'entrée 34 et sortie 35 sont par exemple des cylindres droits. Ils font saillie du fond 16 verticalement,
25 parallèlement au tube amont 14. Les tuyaux d'entrée 34 et sortie 35 sont par exemple diamétralement opposés dans le volume de la double-paroi.

En outre, la longueur du tuyau de sortie 35 peut être supérieure à la longueur du tuyau d'entrée 34. La longueur du tuyau de sortie 35 est par exemple plus de quatre fois supérieure à la longueur du tuyau d'entrée. Par exemple, le tuyau d'entrée 34
30 mesure 1cm et le tuyau de sortie 35 mesure 6cm, les diamètres étant égaux et par exemple de 6mm. Autrement dit, dans l'enveloppe 31, la sortie 33 est plus haute que

l'entrée 32. Cet agencement permet d'assurer un remplissage minimal dans la double-paroi et permet un balayage du fluide caloporteur également sur la hauteur de l'enveloppe 31.

Les tuyaux d'entrée 34 et sortie 35 traversent le fond 16 et portent des raccords 36 du circuit refroidisseur 30 situés à l'extérieur du stator 9 pour raccorder le circuit refroidisseur 30 à un circuit externe de fluide caloporteur (Figure 8).

Selon un autre exemple de réalisation, le circuit refroidisseur comporte un serpentín entourant une embase du tube amont 14 (non représenté) et traversant le fond 16 pour raccorder une entrée et une sortie du serpentín à un circuit externe de fluide caloporteur.

Bien que sur les Figures 1 à 8, on peut voir une canalisation 13 présentant deux portions coudées, il est aussi envisageable de prévoir une canalisation 26 sans coudes, mais droite comme représenté sur la Figure 9. La canalisation 26 droite est agencée verticalement entre les deux pompes à vide 2, 3. On peut ainsi limiter l'accumulation des poudres dans la canalisation 26, celles-ci étant alors entraînées par les gaz pompés ainsi que par gravité.

On peut en outre prévoir un orifice de sortie 11 présentant un plus petit diamètre que le diamètre de la canalisation 13, 21. On préfère des diamètres de canalisation constants ou croissants dans le sens d'écoulement des gaz pour éviter de former des arêtes susceptibles d'accueillir des dépôts de poudres.

Selon un exemple de réalisation visible sur la Figure 10, le bâti 4 est configuré pour supporter la pompe à vide de type Roots 5. En outre, une portion aval 20 de la canalisation 21 est démontable du tube amont 14. La portion aval 20 comporte par exemple des deuxièmes moyens de fixation 22 adaptés pour fixer de manière amovible, par exemple à l'aide de vis, la portion aval 20 au fond 16 du réceptacle de sortie 15.

La portion aval 20 démontable permet à celle-ci de pouvoir être retirée sans nécessiter le démontage du tube amont 14 de la canalisation 21. Le tube amont 14 peut rester en place, fixé au stator 9 de l'étage de pompage 7, la pompe à vide de type Roots 3 étant supportée par le bâti 4. On peut alors nettoyer le tube amont 14, voire

l'intérieur du réceptacle de sortie 15 depuis l'extérieur, par exemple à l'aide d'un goupillon. Le démontage partiel de la canalisation 21 permet ainsi une maintenance simplifiée, plus rapide, ne nécessitant pas le démontage des pompes 2, 3.

La portion aval 20 peut en outre comporter un soufflet 23 pour faciliter le raccord
5 entre les pompes 2, 3.

Il est en outre possible de ne pas prévoir de réceptacle de sortie. L'orifice de sortie 11 est alors ménagé directement dans le stator 24 de l'étage de pompage 7 (Figure 11).

Dans ce cas, la canalisation 27 présente par exemple d'une part, une portion
10 formée dans la fonte de l'étage de pompage 7 et d'autre part, un tube, coudé ou non, par exemple en acier inoxydable, reliant la fonte à l'aspiration 12 de la pompe à vide primaire 2.

L'orifice de sortie 11 est par exemple formé dans une portion plate d'un fond d'un stator 24 de section transversale oblongue.

15 Selon un autre exemple de réalisation représenté sur les Figures 12 et 13, le stator 25 de l'étage de pompage 7 présente une paroi rentrante 28 dans lequel est ménagé l'orifice de sortie 11.

Cette paroi rentrante 28 est par exemple formée par une paroi plane rehaussée par rapport au fond du stator, la rehausse épousant par exemple la forme de la
20 trajectoire des rotors 5, c'est-à-dire par exemple la section transversale en huit des rotors 5.

La paroi rentrante 28 permet ainsi de rapprocher l'orifice de sortie 11 des rotors 5. La plus petite distance d entre l'orifice de sortie 11 et la zone délimitée par le balayage des rotors 5 dans l'étage de pompage 7 peut ainsi être réduite de manière
25 plus importante.

REVENDICATIONS

1. Groupe de pompage (1) comportant :
- une pompe à vide primaire (2),
- une pompe à vide de type Roots (3) comprenant un étage de pompage (7) ayant un stator (9 ; 24 ; 25) à l'intérieur duquel deux rotors (5) Roots sont configurés pour tourner de façon synchronisée en sens inverse pour entraîner un gaz à pomper entre un orifice d'entrée (10) et un orifice de sortie (11),
- une canalisation (13 ; 21 ; 26 ; 27) reliant l'orifice de sortie (11) à une aspiration (12) de la pompe à vide primaire (2),
caractérisé en ce que la plus petite distance (d) entre une bordure de l'orifice de sortie (11) et chacun des rotors (5) dans l'étage de pompage (7) est au moins inférieure à trois centimètres.
2. Groupe de pompage (1) selon la revendication 1, caractérisé en ce que la plus petite distance (d) est inférieure à deux centimètres, telle qu'inférieure à un centimètre, telle qu'inférieure à 0,5 centimètre, telle que supérieure à 0,1cm.
3. Groupe de pompage (1) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'orifice de sortie (11) présente une forme circulaire dont le diamètre (D) est inférieur à cinq centimètres, tel que compris entre deux et cinq centimètres.
4. Groupe de pompage (1) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'orifice de sortie (11) est situé à l'extrémité d'un tube amont (14) de la canalisation (13) pénétrant dans l'étage de pompage (7).
5. Groupe de pompage (1) comportant :
- une pompe à vide primaire (2),
- une pompe à vide de type Roots (3) comprenant un étage de pompage (7) ayant un stator (9) à l'intérieur duquel deux rotors (5) Roots sont configurés pour tourner de façon synchronisée en sens

inverse pour entraîner un gaz à pomper entre un orifice d'entrée (10) et un orifice de sortie (11),

- une canalisation (13 ; 21 ; 26) reliant l'orifice de sortie (11) à une aspiration (12) de la pompe à vide primaire (2),

5 caractérisé en ce que l'orifice de sortie (11) est situé à l'extrémité d'un tube amont (14) de la canalisation (13 ; 21 ; 26) pénétrant dans l'étage de pompage (7).

10 6. Groupe de pompage (1) selon l'une des revendications 4 ou 5, caractérisé en ce que le tube amont (14) fait saillie d'un réceptacle de sortie (15) de l'étage de pompage (7).

15 7. Groupe de pompage (1) selon l'une des revendications 4 à 6, caractérisé en ce qu'il comporte un circuit refroidisseur (30) configuré pour refroidir au moins partiellement le tube amont (14) de la canalisation (13).

20 8. Groupe de pompage (1) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que le circuit refroidisseur (30) comporte une enveloppe (31) entourant une embase du tube amont (14) de la canalisation (13), une entrée (32) et une sortie (33) de l'enveloppe (31) permettant la circulation d'un fluide caloporteur dans un volume de la double-paroi formée par l'enveloppe (31) et le tube amont (14).

25 9. Groupe de pompage (1) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que l'entrée (32) est située à l'extrémité d'un tuyau d'entrée (34) du circuit refroidisseur (30) et la sortie (33) est située à l'extrémité d'un tuyau de sortie (33) du circuit refroidisseur (30), les tuyaux d'entrée (34) et de sortie (33) faisant saillie dans le volume de la double-paroi.

30 10. Groupe de pompage (1) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la longueur du tuyau de sortie (33) est supérieure à la longueur du tuyau d'entrée (34).

11. Groupe de pompage (1) selon l'une des revendications 6 ou 7 à 10 prise avec la revendication 6, caractérisé en ce qu'un fond (16) au moins du réceptacle de sortie (15) est amovible.
- 5 12. Groupe de pompage (1) selon l'une des revendications 6 ou 7 à 11 prise avec la revendication 6, caractérisé en ce que le réceptacle de sortie (15) comporte d'une part, une portion circonférentielle (17) formée dans le stator (9) de l'étage de pompage (7) et d'autre part, un fond (16) fixé au tube amont (14) de la canalisation (13 ; 21 ; 26).
- 10 13. Groupe de pompage (1) selon l'une des revendications 4 à 12, comportant un bâti (6) configuré pour supporter la pompe à vide de type Roots (3) caractérisé en ce que la canalisation (21) comporte une portion aval (20) démontable du tube amont (14).
14. Groupe de pompage (1) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la portion aval (20) comporte un soufflet (23).
- 15 15. Groupe de pompage (1) selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que l'orifice de sortie (11) de l'étage de pompage (7) est ménagé dans le stator (24 ; 25) de l'étage de pompage (7).
- 20 16. Groupe de pompage (1) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que l'orifice de sortie (11) est formé dans une portion plate du stator (24) de section transversale oblongue.
17. Groupe de pompage (1) selon la revendication 14, caractérisé en ce que le stator (25) présente une paroi rentrante (28) dans laquelle est ménagé l'orifice de sortie (11).
- 25 18. Groupe de pompage (1) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la paroi rentrante (28) est formée par une paroi plane rehaussée, la rehausse épousant la forme de la trajectoire des rotors (5).
19. Groupe de pompage (1) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la canalisation (26) est droite.