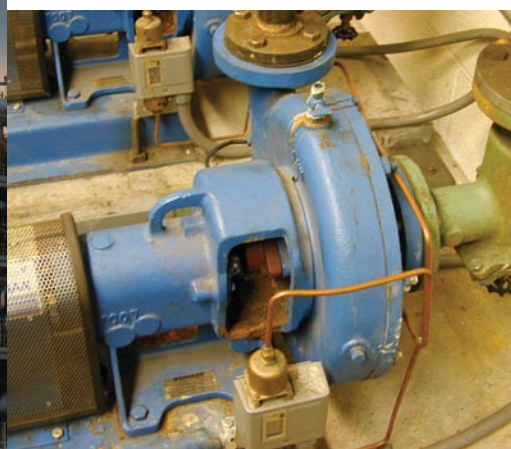
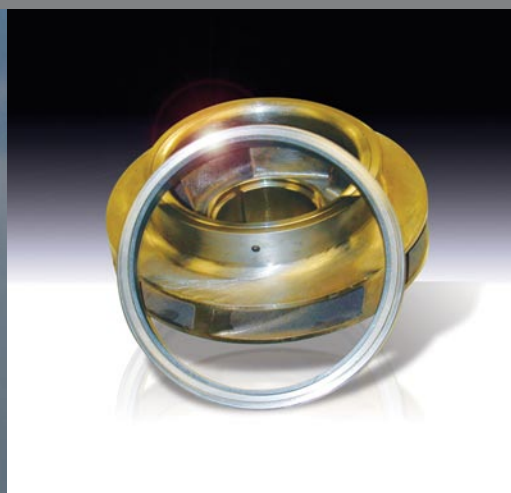


DuPont™ Vespel® CR-6100

GUIDE D'APPLICATION ET D'UTILISATION POUR DES PIÈCES
D'USURE DANS LE DOMAINE DES POMPES CENTRIFUGES



The miracles of science™



Les industries de traitement des fluides ont adopté l'utilisation des matériaux composites dans les pompes dans le but de réduire les vibrations, d'augmenter la durée de vie des joints mécaniques et le "MTBR" (intervalle de temps moyen entre réparations), de réduire le risque de grippage, d'augmenter le rendement et de réduire le coût des réparations. La norme la plus récente de l'American Petroleum Institute (API) pour les pompes centrifuges, API 610, 10e édition (norme ISO 13709), entérine cette utilisation avantageuse des matériaux composites.

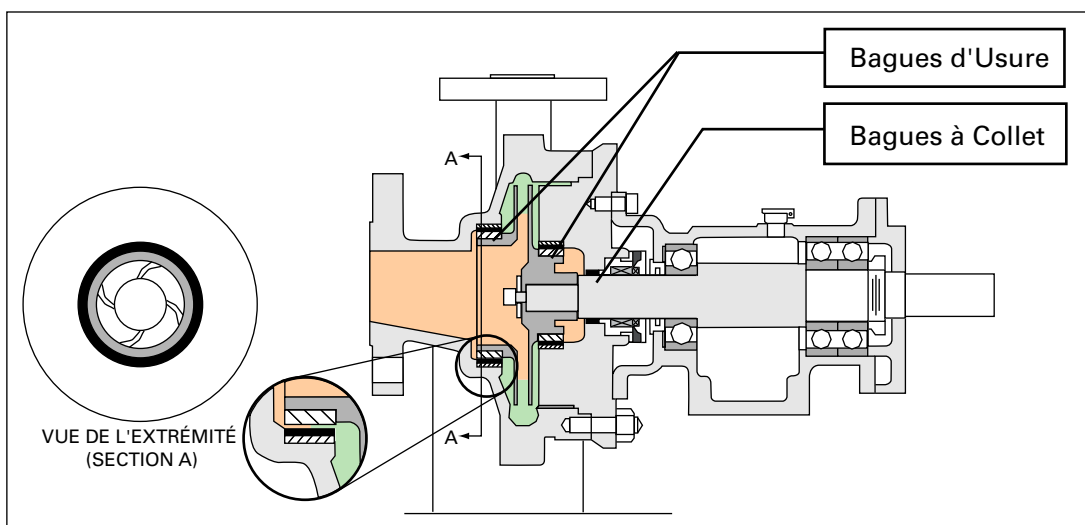
La fonction des bagues d'usure

Les bagues d'usure sont installées avec de faibles jeux radiaux. Elles séparent les sections fixes d'une pompe des sections en rotation, ainsi que les sections en basse pression de celles en haute pression. Lorsqu'une déviation de l'arbre se produit en raison d'une opération contraire à la conception, il est possible que les bagues d'usure entrent en contact. Historiquement, les bagues d'usure sont fabriquées en métal, qui peut se souder par fort échauffement et gripper la pompe en cas de contact ou de fonctionnement à sec, ceci entraînant une défaillance soudaine et violente de la pompe. Avec les bagues d'usure métalliques, le jeu prévu à la conception est augmenté pour éviter cette défaillance, avec un effet négatif sur l'efficacité, les conditions d'aspiration et les vibrations de la structure de la pompe. Vespel® CR-6100 peut être installé avec des jeux réduits, sans augmenter le risque de grippage tout en améliorant le rendement de la pompe. (Voir la **Figure 1.**)

Contexte

Dans la gamme de pièces et profilés en Vespel®, le grade CR6100 est un matériau composite constitué de fibres de carbone maintenues dans une matrice de résine fluorocarbonée Teflon®. Vespel® CR-6100 a été installé dans des milliers de pompes de raffineries, d'usines chimiques, de centrales électriques et autres installations de traitement des fluides depuis 1996. Il a remplacé le métal et les autres matériaux composites utilisés dans les bagues d'usure de pompes, les bagues à collet et les paliers d'arbre de transmission afin d'aider les utilisateurs à améliorer la fiabilité et le rendement des pompes. Les propriétés de Vespel® CR-6100 permettent de réduire le risque de grippage de la pompe et de réduire d'au moins 50 % le jeu entre pièces fixes et pièces en rotation.

Figure 1. La fonction des bagues d'usure



Les avantages opérationnels et sécuritaires des pièces d'usure Vespel® CR-6100

Vespel® CR-6100 de DuPont™ atténue le risque de dommages provenant du contact des bagues d'usure, qui peut être dû à une défaillance mécanique, une opération contraire à la conception ou un fonctionnement à sec. Lorsque les bagues d'usure métalliques entrent en contact, la très forte friction engendre de la chaleur, les matériaux se soudent par friction et la pompe peut se gripper. C'est une situation générant beaucoup d'énergie, potentiellement dangereuse, qui peut entraîner des dommages importants pour l'équipement et le dégagement potentiel des fluides du procédé dans l'atmosphère. Les bagues d'usure Vespel® CR-6100 atténuent le risque de soudure par échauffement ou celui de grippage, réduisant ainsi les conséquences d'une défaillance et le risque de dommages aux pièces coûteuses en métal coulé et, ainsi, le coût des réparations.

Les bagues d'usure Vespel® CR-6100 minimisent également l'effet de conditions de fonctionnement à sec. Les pompes résistent au grippage pendant les périodes de perte d'aspiration, d'opérations contraires à la conception, de conditions de ralenti ou de conditions de démarrage. Lorsque les conditions adverses ont été corrigées, la pompe peut souvent continuer à fonctionner sans dommage supplémentaire ou perte de rendement. À l'inverse, les pompes à bagues d'usure métalliques exposées à ces conditions sont fréquemment sujettes à soudure par échauffement et grippage, exigeant le retrait du service, le démontage et la réparation.

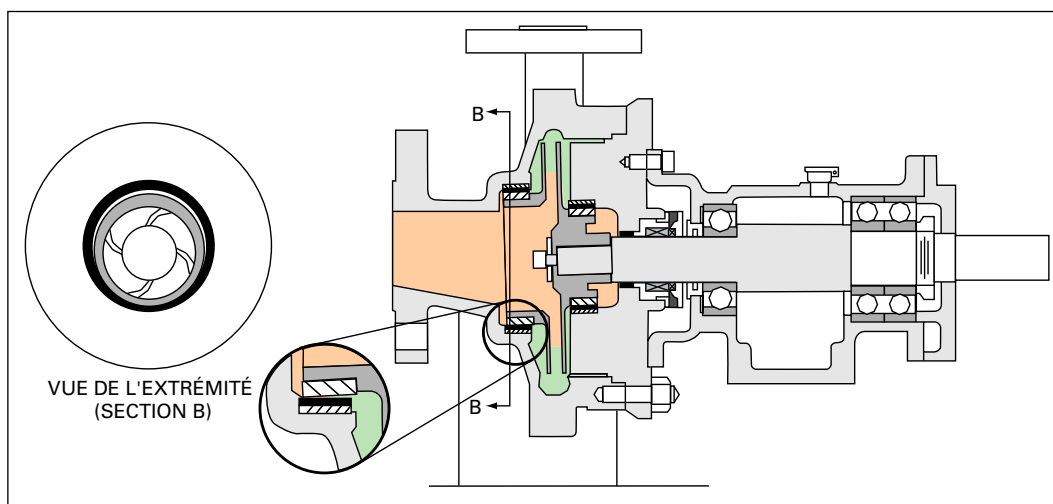
L'impact des opérations contraires à la conception

Opérations hydrauliques contraires à la conception ou défaillances mécaniques entraînent une flexion de l'arbre et une excentricité des bagues d'usure, ce qui se traduit fréquemment par un contact des bagues d'usure. Lorsque cela se produit, les bagues d'usure métalliques peuvent se gripper et entraîner une défaillance de la pompe. Vespel® CR-6100 n'est pas sujet au grippage et permet à la pompe de continuer à fonctionner dans ces conditions. (Voir la **Figure 2.**)

Avantages pour la maintenance

Pour le personnel en charge de la réparation des pompes, l'installation facile de Vespel® CR-6100 réduit la durée des réparations. La disponibilité de l'équipement pour le service est ainsi améliorée ; les problèmes opérationnels générés par la réparation de longue durée d'équipements sont réduits. La durée de réparation est réduite car les pièces peuvent être fabriquées et montées rapidement. Vespel® CR-6100 peut être usiné en pièces minces avec des parois radiales de 3 mm (1/8 de pouce) [jusqu'à 25 cm (10 pouces) de diamètre], ce qui permet son application à presque toutes les configurations de pompe. Les propriétés du matériau Vespel® CR-6100 permettent de l'usiner à des vitesses de procédé et d'alimentation élevées en utilisant des machines-outils standards. Il n'exige pas de traitement thermique ou de surfacage comme certains des matériaux d'usure métalliques. De plus, la sélection des matériaux est simplifiée car Vespel® CR-6100 a une compatibilité chimique quasi-universelle et peut être mis en contact avec des matériaux de bague d'usure métalliques.

Figure 2. Impact des opérations contraires à la conception



Propriétés de Vespel® CR-6100 de DuPont™ pour les pièces d'usure de pompes centrifuges

La combinaison de propriétés offerte par Vespel® CR-6100 permet la standardisation de matériaux sur un large éventail de services de procédé en raison de son faible coefficient de dilatation thermique, de sa température limite élevée, de sa compatibilité chimique, de ses caractéristiques d'usinage, de sa résistance à l'impact élevée, de son faible coefficient de frottement et de sa capacité PV (pression - vitesse) importante. La combinaison du faible coefficient de dilatation thermique, du faible coefficient de frottement, du faible taux d'usure et de la haute capacité PV permet d'obtenir d'importantes performances dans des conditions de fonctionnement à sec. Vespel® CR-6100 est facile à usiner et la résistance à l'impact élevée réduit le risque de rupture pendant l'installation et dans des conditions de fonctionnement de la pompe telles qu'extrême cavitation, défaillance de palier ou fortes vibrations.

L'avantage de la réduction des jeux

Lorsque le risque de grippage est atténué, le jeu de la bague d'usure peut être réduit. Un jeu réduit de la bague d'usure augmente la fiabilité et le rendement. Le **Tableau A** donne une liste des jeux de Vespel® CR-6100 comparés aux jeux standards API.

Un jeu réduit augmente la fiabilité de la pompe car les bagues d'usure agissent comme des paliers hydrodynamiques dans la pompe — un phénomène connu sous le nom d'effet Lomakin. La force radiale des bagues d'usure est proportionnelle à la pression différentielle, à la vitesse, aux propriétés du fluide du procédé, et inversement proportionnelle au jeu de la bague d'usure. Par conséquent, une réduction du jeu de la bague d'usure augmente la force radiale hydraulique sur le rotor. Dans de nombreux types de pompes, cette force hydraulique supplémentaire aura pour effet de réduire les vibrations de la pompe, de réduire la déviation de l'arbre et d'augmenter la durée de vie de la pompe.

Un jeu réduit diminue également la re-circulation interne de la pompe, ce qui conduit à un débit équivalent pour une puissance réduite (c.-à-d. un rendement amélioré). Des économies annuelles substantielles sont possibles si ceci est appliqué à de grosses pompes ou à une grande quantité d'équipements. Par ailleurs, un jeu réduit peut augmenter la capacité de production de l'équipement existant. Un avantage supplémentaire de la réduction du jeu est le fait que la charge nette absolue à l'aspiration (NPSHR) peut décroître de 2 à 3 pieds (60 à 90 cm), ce qui fournit souvent la marge requise pour des applications difficiles.

Tableau A: Comparaison entre les jeux du Vespel® CR6100 et les jeux standard API minimum

Diamètre d'alésage (pouce)	Diamètre d'alésage (mm)	Vespel® CR-6100 Clearance	API Minimum Clearance
4,001–5,000	101,6–127,0	0,007 in (0,187 mm)	0,015 in (0,381 mm)
5,001–6,000	127,0–152,4	0,008 in (0,203 mm)	0,017 in (0,4381 mm)
6,001–7,000	152,4–177,8	0,009 in (0,2286 mm)	0,018 in (0,4572 mm)
7,001–8,000	177,8–203,2	0,010 in (0,254 mm)	0,019 in (0,4826 mm)
8,001–9,000	203,2–228,6	0,011 in (0,2794 mm)	0,020 in (0,508 mm)

Guide d'application

Le Vespel® CR-6100 de DuPont™ convient aux bagues d'usure de pompe, aux bagues à collet et aux paliers d'arbres de transmission.

Limites d'utilisation

Le Vespel® CR-6100 peut être utilisé à des températures cryogéniques et jusqu'à 260 °C (500 °F). Le faible coefficient de dilatation thermique dans le plan x-y de Vespel® CR-6100 permet de conserver des jeux étroits sur toute la gamme de température. (La **Figure 3** montre l'orientation du plan x-y et la direction z). Notez que les ajustements serrés et le jeu axial doivent être effectués en fonction de la température. La meilleure performance est obtenue pour les utilisations non-abrasives. Vespel® CR-6100 a été utilisé avec succès dans des applications à faible concentration de solides. Cependant, la performance peut ne pas être cohérente vis-à-vis de ces observations en raison du nombre de variables impliquées, ce qui est susceptible de provoquer une usure prématurée. L'écaillage des tuyaux ou tous autres débris communs en faible concentration ne posent généralement pas de problème. Les utilisateurs devraient se fier à l'expérience terrain pour décider de ce qui peut être converti à Vespel® CR-6100.

Tableau B : Pièces de pompe qui peuvent être converties en Vespel® CR-6100.

Type de pompe	Pièces Vespel® CR-6100
En porte-à-faux et verticales en ligne (Pompes API)	Bagues d'usure et bagues à collet fixes*
Un seul étage entre les paliers	Bagues d'usure et bagues à collet fixes
Plusieurs étages, horizontale	Bagues d'usure, bagues à collet, raccords entre étages et raccords de réduction de pression fixes
Verticale	Bagues d'usure, raccords entre étages, paliers d'arbre d'entraînement et bagues à collet fixes

* Vespel® CR-6100 doit être monté à la compression, qui dans presque toutes les pompes sera la partie fixe, corps et bagues de tête.

Bagues d'usure

Vespel® CR-6100 est utilisé comme bague d'usure fixe dans une gamme étendue de pompes centrifuges (**Tableau B**). Pour des pompes en utilisation non-abrasive en dessous de 260 °C (500 °F), Vespel® CR-6100 peut être employé pour réduire le jeu de la bague d'usure, ce qui améliore la fiabilité

Figure 3. Orientation du matériau

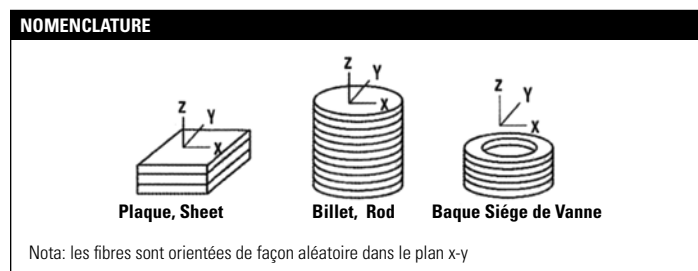
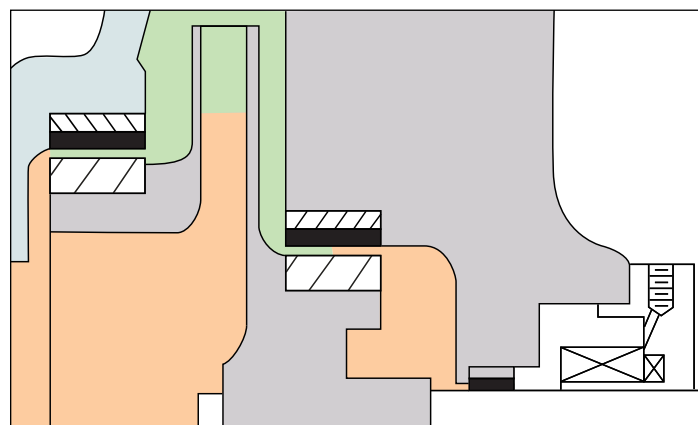


Figure 4. Installation de bagues d'usure et de bagues à collet Vespel® CR-6100 dans une pompe en porte-à-faux typique



et le rendement. Vespel® CR-6100 peut aussi être appliqué à des services souvent employés dans des opérations contraires à leur conception, minimisant le risque de grippage associé aux bagues d'usure métalliques et permettant à la pompe de continuer de fonctionner à la suite de conditions temporaires de fonctionnement à sec.

Bagues à collet

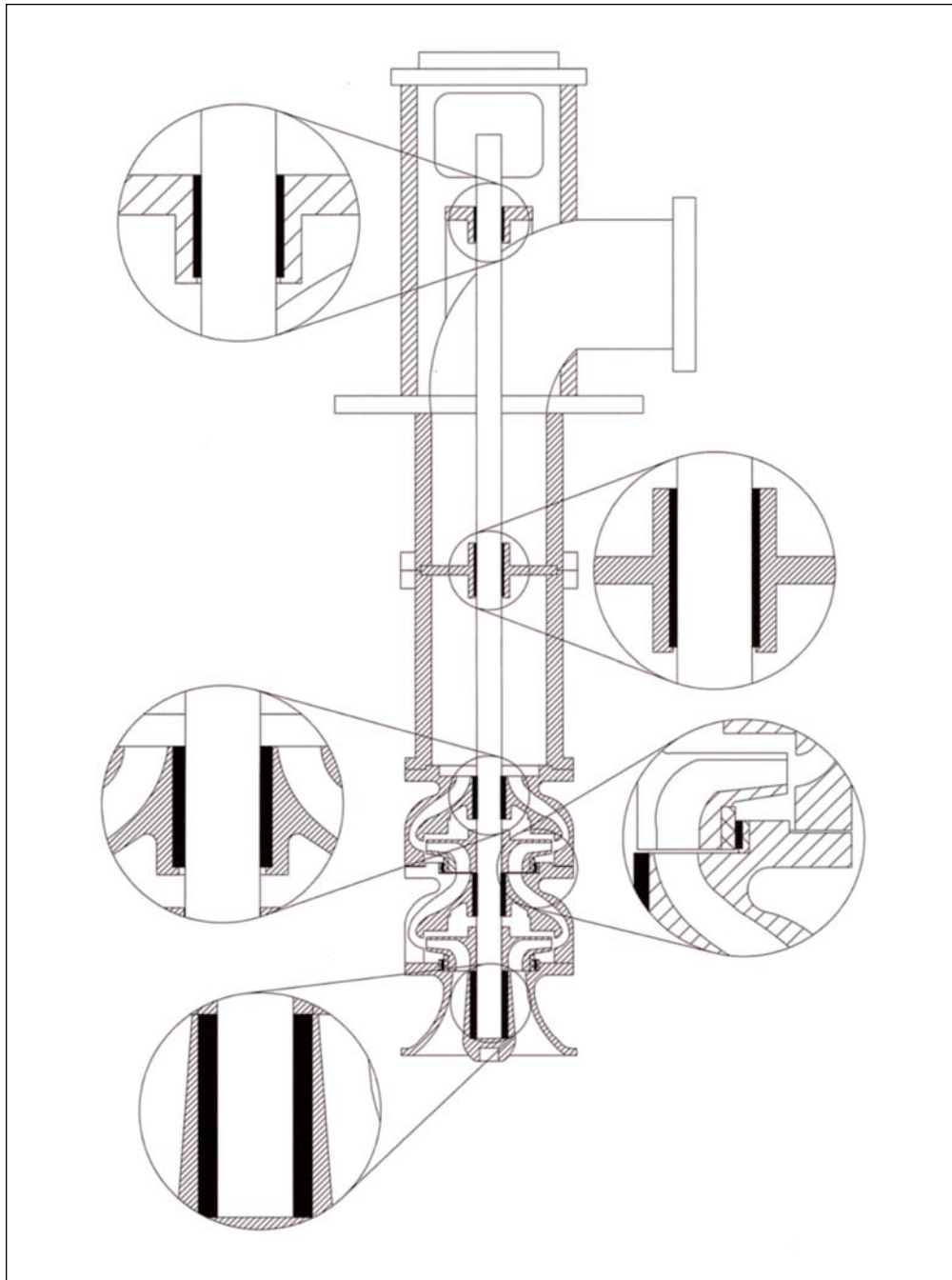
Les joints mécaniques exigent généralement une bague à collet affleurante installée avec un faible jeu pour contrôler le milieu du fluide au niveau du joint mécanique. Le faible jeu forme une barrière qui isole l'environnement du joint mécanique du fluide de procédé. Les bagues à collet Vespel® CR-6100 peuvent être utilisées à la place des bagues au carbone à force de rappel spécialement fabriquées pour des applications à faible jeu. Les bagues Vespel® CR-6100 sont moins coûteuses, plus faciles à installer et durent plus longtemps que les bagues spécialisées. Vespel® CR-6100, installé avec un jeu minimum, améliore la performance de plusieurs des joints communs affleurants utilisés par les industries de traitement des fluides.

Pièces pour pompes verticales

Le Vespel® CR-6100 de DuPont™ peut être utilisé pour les paliers d'arbre d'entraînement des pompes verticales, les bagues d'usure, les bagues à collet (**Figure 5**). Ces pièces sont généralement fabriquées en caoutchouc, bronze, carbone ou d'autres matériaux qui peuvent être remplacés par Vespel® CR-6100.

Dans le cas des hydrocarbures légers, de condensats ou d'autres applications à pouvoir lubrifiant limité, Vespel® CR-6100 améliore la fiabilité de la pompe. (Un jeu supplémentaire peut être requis pour les composants de certaines pompes verticales ; voir la "Note sur les pompes verticales" dans la section d'installation).

Figure 5. Vespel® CR-6100 installé dans une pompe verticale



Guide d'installation



Les composants de pompe en Vespel® CR-6100 de DuPont™ sont faciles à usiner et à installer. Les composants sont ajustés dans des supports usinés ou directement dans le corps de pompe, l'installation la plus facile et la plus économique l'emportant. Étant donné que Vespel® CR-6100 peut être installé avec des parois radiales minces (**Annexe A, Tableau 5**) l'utilisateur final découvre souvent que l'installation d'un "manchon" de Vespel® CR-6100 à l'intérieur d'un composant d'usure métallique existant est le moyen le plus facile d'utilisation du matériau. Que Vespel® CR-6100 soit installé comme un manchon ou comme un composant à part entière, il est essentiel qu'il soit installé avec un ajustement serré, un jeu et un jeu d'extrémité corrects pour la croissance axiale.

Phase 1 : Sélection de l'ajustement serré du Tableau 1 ou du Tableau 2

Du fait que les métaux ont un coefficient de dilatation thermique plus élevé que Vespel® CR-6100 dans le plan x-y (Diam. ext. / Diam. int. d'une bague d'usure), l'ajustement serré à la température ambiante sera différent de l'ajustement serré à la température de procédé. Utilisez les valeurs maximales de température de fluide de procédé et de diamètre de composant pour déterminer les ajustements.

A. Annexe A, Tableau 1 (Acier au carbone) : montre les ajustements d'installation pour une gamme de températures d'application quand Vespel® CR-6100 est installé dans des pompes fabriquées en acier au carbone (ou autres métaux dotés d'un coefficient de dilatation thermique comparable).

B. Annexe A, Tableau 2 (Acier inoxydable) : montre les ajustements d'installation pour une gamme de températures d'application quand Vespel® CR-6100 est installé dans des

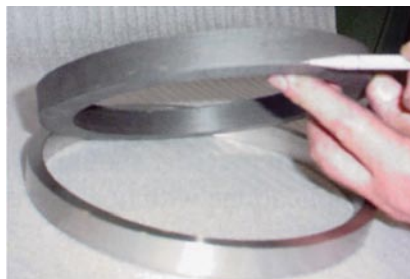
composants métalliques fabriqués en acier inoxydable série 300 (ou autres métaux dotés d'un coefficient de dilatation thermique comparable).

Nota : en général, pour les composants avec des sections droites de moins de 0,250 pouce (6,35 mm) l'alésage diminuera dans un rapport de 1 sur 1 avec l'ajustement serré (c'est-à-dire que si l'ajustement serré est de 0,015 pouce (0,381 mm), l'alésage diminuera de 0,015 pouce (0,381 mm) après l'opération de presse).

Phase 2 : Sélection du jeu fonctionnel dans le Tableau 3

Annexe A, Tableau 3 : montre le jeu fonctionnel recommandé en fonction du diamètre du composant. À la différence des matériaux qui ont des coefficients de dilatation thermique élevés, lorsque Vespel® CR-6100 est installé le jeu reste constant sur toute la plage de températures de l'application. Ceci est dû au fait qu'avec l'augmentation de température, la contrainte dans le matériau diminue et le diamètre intérieur augmente avec le même coefficient de dilatation thermique (CTE) que le matériau de l'alésage dans lequel il est comprimé. Une correction de température n'est requise que si le rotor et le corps de pompe sont faits de matériaux différents (ce qui est vrai pour tous les matériaux de bague d'usure). Identifiez simplement le diamètre intérieur du composant de Vespel® CR-6100 et sélectionnez le jeu approprié dans le tableau.

Nota : il est recommandé, chaque fois que possible, de procéder à un usinage final du diamètre intérieur du composant Vespel® CR-6100 après l'ajustement à la presse. Cette pratique assure la meilleure précision, le meilleur fini et la meilleure concentricité de l'alésage du composant.



Guide ou chanfrein

Note sur les pompes verticales : de nombreuses pompes verticales à étages sont assemblées par sections avec des guides d'ajustement qui peuvent être moins serrés que le jeu minimum recommandé pour Vespel® CR-6100. Dans ces situations, il est essentiel que le service de réparation installe les paliers de l'arbre de transmission en Vespel® CR-6100 avec un jeu supplémentaire ou que le guide d'ajustement entre les sections soit resserré pour assurer une concentricité adéquate du rotor.

Phase 3 : Établissement du jeu d'extrémité

Le Vespel® CR-6100 de DuPont™ a des fibres de carbone directionnelles qui assurent un CTE faible dans le plan x-y. Dans la direction z, le CTE est élevé (similaire à la résine), ce qui exige que les composants soient installés avec un jeu d'extrémité adéquat. L'Annexe A, Tableau 4 montre le jeu d'extrémité requis par pouce de longueur axiale pour un composant donné et des applications jusqu'à 260 °C (500 °F).

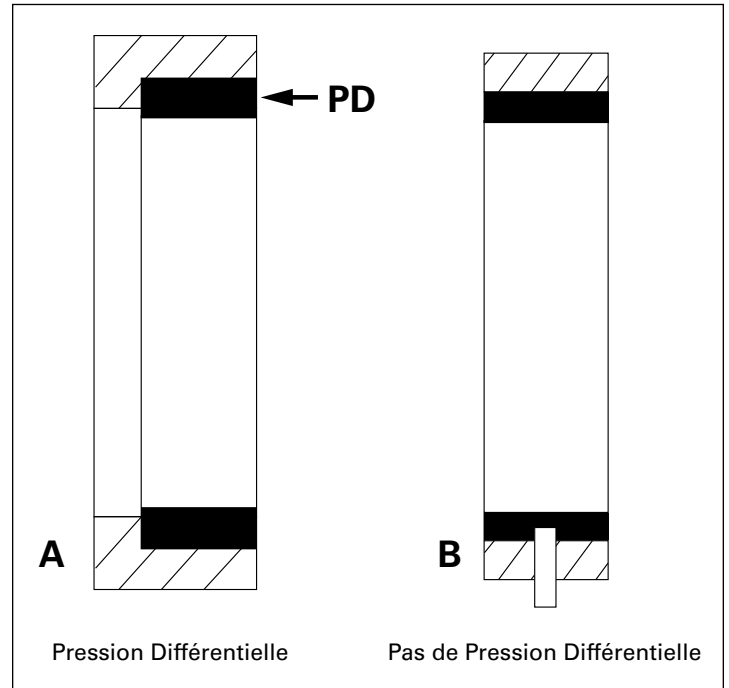
Phase 4 : Pression dans l'alésage

En utilisant une presse hydraulique ou à mandriner, installez le composant Vespel® CR-6100 de DuPont™. Avant la mise sous pression, assurez-vous que l'alésage du métal a un chanfrein adéquat et que tous les angles aigus ont été supprimés. De nombreux utilisateurs trouvent également l'opération de presse plus facile si le bord d'attaque de la bague d'usure en Vespel® CR-6100 a été usiné avec un guide d'ajustement serré de 0,125 pouce (3,175 mm) de longueur.

Phase 5 : Verrouillage

S'ils sont installés avec l'ajustement serré adéquat, l'expérience terrain montre qu'il n'est pas nécessaire d'utiliser des dispositifs supplémentaires de verrouillage mécanique avec les bagues d'usure en Vespel® CR-6100. Cependant, la pression différentielle doit pousser le Vespel® CR-6100 contre un épaulement (**Figure 6, A**) pour éviter un mouvement axial du composant en Vespel® CR-6100. Pour des applications sans pression différentielle, des ergots radiaux peuvent être utilisés pour le blocage (**Figure 6, B**).

Figure 6. Blocage pour pression différentielle



En général, un épaulement de 0,12 pouce (3,048 mm) minimum est prévu pour éviter que la bague d'usure fixe soit délogée dans le sens axial du support en raison de la pression différentielle. L'épaisseur de la paroi radiale du support est typiquement d'un minimum de 0,125 pouce (3,2 mm). Pour des applications où la pression différentielle est très élevée (>250 psig [>1.73 MPa] par étage), ou lorsque la pompe a d'autres caractéristiques uniques, le dispositif correspondant devra être correctement ajusté. Contactez le représentant local de Vespel® CR-6100 de DuPont™ pour une assistance supplémentaire.

Annexe A

Tableau 1A: Corps / tête en acier au carbone – Unités anglaises
Interférences recommandées lors de l'installation.

CTE = $6,5 \times 10^{-6}$ pouce/pouce/F

Diamètre d'alésage (pouce)	Température de fonctionnement de la pompe, °F									
	À ou au-dessous de la température ambiante	100	150	200	250	300	350	400	450	500
0,001–1,000	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
1,001–2,000	0,005	0,005	0,006	0,006	0,006	0,007	0,007	0,007	0,008	0,008
2,001–3,000	0,007	0,007	0,008	0,009	0,009	0,010	0,010	0,011	0,011	0,012
3,001–4,000	0,008	0,008	0,009	0,010	0,011	0,012	0,013	0,013	0,014	0,015
4,001–5,000	0,010	0,011	0,012	0,013	0,014	0,015	0,016	0,017	0,018	0,019
5,001–6,000	0,012	0,013	0,014	0,015	0,017	0,018	0,019	0,021	0,022	0,023
6,001–7,000	0,014	0,015	0,016	0,018	0,019	0,021	0,023	0,024	0,026	0,027
7,001–8,000	0,016	0,017	0,019	0,021	0,022	0,024	0,026	0,028	0,029	0,031
8,001–9,000	0,018	0,019	0,021	0,023	0,025	0,027	0,029	0,031	0,033	0,035
9,001–10,000	0,020	0,021	0,024	0,026	0,028	0,030	0,033	0,035	0,037	0,039
10,001–11,000	0,022	0,023	0,026	0,028	0,031	0,033	0,036	0,038	0,041	0,043
11,001–12,000	0,024	0,026	0,028	0,031	0,034	0,036	0,039	0,042	0,045	0,047
12,001–13,000	0,026	0,028	0,031	0,034	0,037	0,040	0,042	0,045	0,048	0,051
13,001–14,000	0,028	0,030	0,033	0,036	0,039	0,043	0,046	0,049	0,052	0,056
14,001–15,000	0,030	0,032	0,035	0,039	0,042	0,046	0,049	0,052	0,056	0,059
15,001–16,000	0,032	0,034	0,038	0,041	0,045	0,048	0,052	0,056	0,059	0,063

Tableau 1B : Corps / tête en acier au carbone – Unités SI
Interférences recommandées lors de l'installation.

CTE = $11,8 \times 10^{-6}$ cm/cm/C

Diamètre d'alésage (mm)	Température de fonctionnement de la pompe, °C									
	À ou au-dessous de la température ambiante	38	66	93	121	149	177	204	232	260
0,0–25,4	0,102	0,102	0,102	0,102	0,102	0,127	0,127	0,127	0,127	0,127
25,4–50,8	0,127	0,127	0,152	0,152	0,152	0,178	0,178	0,178	0,203	0,203
50,8–76,2	0,178	0,178	0,203	0,229	0,229	0,254	0,254	0,279	0,279	0,305
76,2–101,6	0,203	0,203	0,229	0,254	0,279	0,305	0,330	0,330	0,356	0,381
101,6–127,0	0,254	0,279	0,305	0,330	0,356	0,381	0,406	0,432	0,457	0,483
127,0–152,4	0,305	0,330	0,356	0,381	0,432	0,457	0,483	0,533	0,559	0,584
152,4–177,8	0,356	0,381	0,406	0,457	0,483	0,533	0,584	0,610	0,660	0,686
177,8–203,2	0,406	0,432	0,483	0,533	0,559	0,610	0,660	0,711	0,737	0,787
203,2–228,6	0,457	0,483	0,533	0,584	0,635	0,686	0,737	0,787	0,838	0,889
228,6–254,0	0,508	0,533	0,610	0,660	0,711	0,762	0,838	0,889	0,940	0,991
254,0–279,4	0,559	0,584	0,660	0,711	0,787	0,838	0,914	0,965	1,041	1,092
279,4–304,8	0,610	0,660	0,711	0,787	0,864	0,914	0,991	1,067	1,143	1,194
304,8–330,2	0,660	0,711	0,787	0,864	0,940	1,016	1,067	1,143	1,219	1,295
330,2–355,6	0,711	0,762	0,838	0,914	0,991	1,092	1,168	1,245	1,321	1,422
355,6–381,0	0,762	0,813	0,889	0,991	1,067	1,168	1,245	1,321	1,422	1,499
381,0–406,4	0,813	0,864	0,965	1,041	1,143	1,219	1,321	1,422	1,499	1,600

Tableau 2A : Corps / tête en acier inoxydable série 300—Unités anglaises CTE = 9,60 x 10⁻⁶ pouce/pouce/F
Interférences recommandées lors de l'installation.

Diamètre d'alésage (pouce)	Température de fonctionnement de la pompe, °F									
	À ou au-dessous de la température ambiante	100	150	200	250	300	350	400	450	500
0,001–1,000	0,004	0,004	0,004	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,006
1,001–2,000	0,005	0,005	0,006	0,007	0,007	0,008	0,008	0,009	0,009	0,010
2,001–3,000	0,007	0,008	0,009	0,010	0,011	0,011	0,012	0,013	0,014	0,015
3,001–4,000	0,008	0,009	0,010	0,012	0,013	0,014	0,016	0,017	0,018	0,020
4,001–5,000	0,010	0,011	0,013	0,015	0,016	0,018	0,020	0,022	0,023	0,025
5,001–6,000	0,012	0,013	0,015	0,018	0,020	0,022	0,024	0,026	0,028	0,030
6,001–7,000	0,014	0,016	0,018	0,021	0,023	0,026	0,028	0,031	0,033	0,036
7,001–8,000	0,016	0,018	0,021	0,024	0,027	0,029	0,032	0,035	0,038	0,041
8,001–9,000	0,018	0,020	0,023	0,027	0,030	0,033	0,037	0,040	0,043	0,047
9,001–10,000	0,020	0,022	0,026	0,030	0,033	0,037	0,041	0,044	0,048	0,052
10,001–11,000	0,022	0,024	0,029	0,033	0,037	0,041	0,045	0,049	0,053	0,057
11,001–12,000	0,024	0,027	0,031	0,036	0,040	0,045	0,049	0,054	0,058	0,063
12,001–13,000	0,026	0,029	0,034	0,039	0,044	0,048	0,053	0,058	0,063	0,068
13,001–14,000	0,028	0,031	0,036	0,042	0,047	0,052	0,057	0,063	0,068	0,073
14,001–15,000	0,030	0,033	0,039	0,046	0,050	0,056	0,061	0,067	0,072	0,078
15,001–16,000	0,032	0,036	0,042	0,048	0,056	0,060	0,066	0,072	0,078	0,084

Table 2B: Corps/tête en acier inoxydable série 300 – Unités SI CTE = 17,4 x 10⁻⁶ cm/cm/C
Interférences recommandées lors de l'installation.

Diamètre d'alésage (mm)	Température de fonctionnement de la pompe, °C									
	À ou au-dessous de la température ambiante	38	66	93	121	149	177	204	232	260
0,0–25,4	0,102	0,102	0,102	0,127	0,127	0,127	0,127	0,127	0,127	0,152
25,4–50,8	0,127	0,127	0,152	0,178	0,178	0,203	0,203	0,229	0,229	0,254
50,8–76,2	0,178	0,203	0,229	0,254	0,279	0,279	0,305	0,330	0,356	0,381
76,2–101,6	0,203	0,229	0,254	0,305	0,330	0,356	0,406	0,432	0,457	0,508
101,6–127,0	0,254	0,279	0,330	0,381	0,406	0,457	0,508	0,559	0,584	0,635
127,0–152,4	0,305	0,330	0,381	0,457	0,508	0,559	0,610	0,660	0,711	0,762
152,4–177,8	0,356	0,406	0,457	0,533	0,584	0,660	0,711	0,787	0,838	0,914
177,8–203,2	0,406	0,457	0,533	0,610	0,686	0,737	0,813	0,889	0,965	1,041
203,2–228,6	0,457	0,508	0,584	0,686	0,762	0,838	0,940	1,016	1,092	1,194
228,6–254,0	0,508	0,559	0,660	0,762	0,838	0,940	1,041	1,118	1,219	1,321
254,0–279,4	0,559	0,610	0,737	0,838	0,940	1,041	1,143	1,245	1,346	1,448
279,4–304,8	0,610	0,686	0,787	0,914	1,016	1,143	1,245	1,372	1,473	1,600
304,8–330,2	0,660	0,737	0,864	0,991	1,118	1,219	1,346	1,473	1,600	1,727
330,2–355,6	0,711	0,787	0,914	1,067	1,194	1,321	1,448	1,600	1,727	1,854
355,6–381,0	0,762	0,838	0,991	1,168	1,270	1,422	1,549	1,702	1,829	1,981
381,0–406,4	0,813	0,914	1,067	1,219	1,422	1,524	1,676	1,829	1,981	2,134

Tableau 3A : Jeu de fonctionnement recommandé – Unités anglaises

Diamètre d'alésage (pouce)	Jeu diamétral (pouce)
0,001–1,000	0,004
1,001–2,000	0,004
2,001–3,000	0,005
3,001–4,000	0,006
4,001–5,000	0,007
5,001–6,000	0,008
6,001–7,000	0,009
7,001–8,000	0,010
8,001–9,000	0,011
9,001–10,000	0,012
10,001–11,000	0,013
11,001–12,000	0,014
12,001–13,000	0,015
13,001–14,000	0,015
14,001–15,000	0,016
15,001–16,000	0,016

Tableau 4A : Jeu axial d'extrémité – Unités anglaises

Procédé Température, °F	La Croissance axiale à la Température en pouce par le pouce (a basé 68°F la température ambiante)
-100	-0,030
-50	-0,020
0	-0,012
50	-0,003
100	0,006
150	0,015
200	0,024
250	0,033
300	0,042
350	0,054
400	0,067
450	0,092
500	0,118

Tableau 5A : Épaisseur minimale de paroi – Unités anglaises

Diamètre d'alésage (pouce)	Épaisseur minimale de paroi (pouce)
0,000–2,000	0,062
2,001–4,000	0,087
>4,000	0,125

Tableau 3B : Jeu de fonctionnement recommandé – Unités SI

Diamètre d'alésage (mm)	Jeu diamétral (mm)
0,0–25,4	0,102
25,4–50,8	0,102
50,8–76,2	0,127
76,2–101,6	0,152
101,6–127,0	0,178
127,0–152,4	0,203
152,4–177,8	0,229
177,8–203,2	0,254
203,2–228,6	0,279
228,6–254,0	0,305
254,0–279,4	0,330
279,4–304,8	0,356
304,8–330,2	0,368
330,2–355,6	0,381
355,6–381,0	0,394
381,0–406,4	0,406

Tableau 4B : Jeu axial d'extrémité – Unités SI

Procédé Température, °C	La Croissance axiale à la Température dans mm par mm de longueur axiale (a basé 20°C la température ambiante)
-73	-0,762
-46	-0,508
-18	-0,305
10	-0,076
38	0,152
66	0,381
93	0,610
121	0,838
149	1,067
177	1,372
204	1,702
232	2,337
260	2,997

Tableau 5B : Épaisseur minimale de paroi – Unités SI

Diamètre d'alésage (mm)	Épaisseur minimale de paroi (mm)
0,0–50,8	1,575
50,8–101,6	2,210
>101,6	3,175

DuPont de Nemours
(Belgium) BVBA-SPRL
Engineered Parts Center
A. Spinoystraat 6
B-2800 Mechelen
Belgium
Tel: ++32 15 441384
Fax: ++32 15 441408

Téléphone : 800-222-VESP (8377)

Fac-similé : 302-999-2311

Courriel : web-inquiries.DDF@usa.dupont.com

Site Web : vespel.dupont.com

Les données listées ci-dessus font partie de la gamme normale de propriétés, mais ne devraient pas être utilisées pour établir des limites de spécification ni utilisées seules comme base de conception. La société DuPont n'assume aucune obligation ou responsabilité pour tout avis donné ou pour tout résultat obtenu en ce qui concerne ces informations. Un tel avis est donné et accepté aux seuls risques de l'acheteur. La divulgation des informations ci-dessus n'est pas une licence de fonctionnement ou une recommandation pour porter atteinte à tout brevet de DuPont ou d'autres. Du fait que DuPont ne peut pas prévoir toutes les variations des conditions d'utilisation, DuPont ne garantit pas et n'assume aucune responsabilité concernant toute utilisation de ces informations.

AVERTISSEMENT : la vente de ce produit est interdite pour des applications médicales impliquant toute implantation dans un corps humain ou lorsqu'un contact avec des fluides internes ou des tissus du corps humain égale ou dépasse 24 heures. Pour des applications impliquant un contact de moins de 24 heures, se référer à "DuPont Medical Caution Statement" H-50102 ou contacter le représentant des ventes de DuPont.



The miracles of science™

Copyright © 2007 DuPont, le Logo Ovale de DuPont, DuPont™, The miracles of science™, Teflon® et Vespel® sont des marques de commerce déposées ou des marques de commerce de la société E. I. du Pont de Nemours ou de ses filiales. Tous droits réservés.

K-16392-2FREN (06/07) Imprimé aux U.S.A..