



US RECO

ENGINEERING · SYSTEMES · DISTRIBUTION

Tirage au vide

F-TirageAuVide-80105



Contact :

US RECO

42 , Allée du Closeau
Z.I. Richardets Nord
93160 NOISY LE GRAND
France

Tel : +33 (0)1 43 03 75 05
Fax : +33 (0)1 43 04 91 11

E-mail : usr@usreco.com
www.usreco.com

Sommaire :

- Principe et généralités du tirage au vide
- Principe de fonctionnement simplifié des pompes à vide à double étage
- Incidence du diamètre du flexible lors du tirage au vide

Principes et Généralités du tirage au vide

Généralités

On utilise une pompe à vide pour réaliser le "tirage au vide" d'une installation frigorifique afin d'éliminer toute trace d'humidité résiduelle du système destiné à recevoir le fluide frigorigène "sec". L'humidité résiduelle demeure l'ennemi du système à plus ou moins brève échéance. Un système incorrectement "tiré au vide" et dans lequel il reste de l'humidité résiduelle produira à terme des acides et des boues (les acides sont formés par le contact de l'eau avec le fluide frigorigène). On retrouvera ces acides dans l'huile et dans toute l'installation, ils provoqueront le grillage des compresseurs, créeront des boues provoquant à leur tour des obstructions de détendeurs, filtres etc.

Pour protéger le système frigorifique de tels désagréments, il convient d'éliminer définitivement l'humidité avant le remplissage du système avec un réfrigérant demeurant "sec" et non contaminé dans le temps. Ceci n'est possible qu'avec l'utilisation d'une **pompe à vide double étage équipée d'un "gaz ballast"**.

Une pompe à vide n'aspire pas l'humidité, mais à température ambiante et en abaissant la pression du système, elle va porter l'eau présente à l'état liquide dans le système à l'état d'ébullition. L'eau présente à l'état liquide est transformée en vapeur d'eau grâce à l'abaissement de la pression. Cette vapeur d'eau sera maintenant plus facile à extraire de l'installation au travers de la pompe à vide.

Considérons une température extérieure de 20°C : le niveau de vide à atteindre par la pompe à vide doit être d'au moins 23,4 mbar, ce qui est la pression saturante de la vapeur d'eau à 20°C. Ainsi, plus la température extérieure s'avère basse, plus le niveau de vide à atteindre sera bas. Par exemple et pour une température extérieure de 10°C le niveau de vide à atteindre pour évaporer l'eau contenue dans le système sera de 8,72 mbar.

Étant donné le niveau de vide à atteindre pour les installations, il est préférable d'utiliser des pompes à vide de grande capacité pour pouvoir évacuer la pression du système plus rapidement. Une pompe à vide de grande capacité peut être utilisée sur des systèmes plus petits à condition d'utiliser les diamètres de flexibles en conséquence (voir le chapitre des flexibles pour le vide pour plus de précision), mais une pompe à vide avec un débit trop faible fonctionnera pendant un délai trop important provoquant une usure prématurée. **NB** : Il est possible d'utiliser plusieurs pompes en parallèle sur des systèmes de grandes puissances.

Également, Il existe deux types de pompe à vide : À simple étage ou à double étage.

Bien que les pompes à vide simple étage soient moins lourdes et généralement moins chères, elles ne permettent pas de descendre en dessous de 1000 microns environ (1,35 mbar) et avec "gaz ballast" ouvert. Les pompes à vide à double étage peuvent descendre jusqu'à 15 microns (0,2 mbar).

Lors du tirage au vide, une partie de l'humidité enlevée par la pompe à vide du système se mêle à l'huile de celle-ci et réduit l'efficacité de la pompe. Il est donc important de changer l'huile régulièrement. Une vanne "gaz ballast" est incorporée dans chaque modèle de nos pompes à vide. Cette vanne permet de de l'air "sec" de se mélanger à l'air humide et de s'échapper ensuite directement dans l'atmosphère sans se mélanger à l'huile, permettant ainsi de garder la performance de la pompe pendant toute la durée de fonctionnement.

Un voyant permet de détecter le niveau de l'huile. Parfois l'huile contaminée prend une couleur blanchâtre. Mais pensez à changer l'huile régulièrement car même si son aspect peut sembler correct, l'huile peut être dégradée. Il est conseillé de **changer l'huile après**

chaque tirage au vide d'une installation.

Également la rapidité de la "mise au vide" souhaitée, ne dépend pas uniquement de la pompe à vide mais également du flexible spécial vide et accessoires qui y sont associés. Il convient de dimensionner le flexible en fonction de la taille de l'installation sur laquelle le vide est à réaliser. Comme évoqué ci-avant, la pompe à vide n'aspire pas le mélange air plus vapeur, mais c'est un équilibre de pression qui se fait entre le système à évacuer et la chambre du premier étage de la pompe à vide. Plus le diamètre du flexible est petit et plus la pression met de temps à s'équilibrer, plus le flexible est long et plus il crée de la perte de charge également. On tendra à avoir un flexible parfaitement étanche, avec le diamètre le plus gros possible dans la longueur la plus courte.

Il est aisé de comprendre que plus la pression du système sera inférieure à la pression atmosphérique, plus la moindre restriction et perte de charge ralentiront l'équilibrage des pressions entre le système et la pompe et augmenteront de manière significative la durée du tirage au vide.

L'importance du choix d'une pompe à vide équipée d'un "Gaz Ballast"

Il convient de considérer le type de pompe à vide à utiliser : **Simple ou double étage, avec ou sans "gaz ballast"**.

Depuis l'arrivée des HFC, seules les pompes à vide double étage permettent une descente au vide rapide et un niveau de vide suffisant inférieur à 0,5 mbar qui convient à l'utilisation des HFC et de leurs huiles très hygroscopiques. Il en est de même pour la technologie des pompes à vides, seules les pompes à vide avec **"gaz ballast"** permettent l'évacuation correcte de l'humidité du système, tout en gardant les performances sur la durée du tirage au vide en limitant la condensation de la vapeur d'eau évacuée du système. Les pompes à vide à deux étages **"sans gaz ballast"** condensent la vapeur d'eau saturée entre les deux étages comme expliqué ci-après.

Considérons le carter d'une pompe à vide qui tourne et fonctionne à 65°C, la pression de vapeur d'eau saturante sera de 250 mbar.

Pendant que l'installation est tirée au vide, la vapeur d'eau mélangée à l'air et aux gaz incondensables pénètre dans le carter de la pompe à vide

(Étape 1), ce volume de gaz est évacué vers le deuxième étage de la pompe à vide

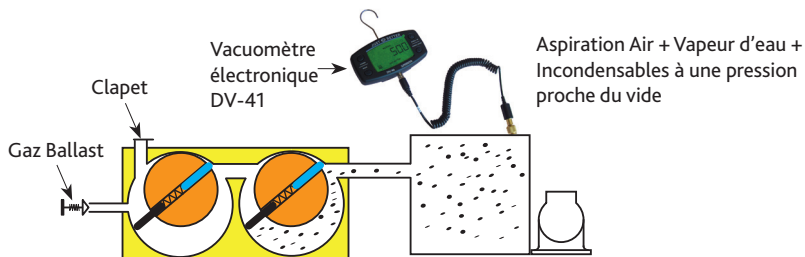
(Étape 2) puis commence à être comprimé (Étape 3), dans le cas d'un carter équipé d'un **"Gaz Ballast ouvert"**, une quantité d'air sec extérieur est additionné au deuxième étage de la pompe à vide. Cet air sec vient se mélanger à la vapeur d'eau aspirée par le compresseur, réduisant ainsi le pourcentage de vapeur humide. En même temps, la pression du deuxième étage est instantanément amenée à la pression atmosphérique. Ceci permet une compression à une valeur supérieure à la pression atmosphérique et favorise l'expulsion des gaz (Étape 4) directement à la pression atmosphérique.

Dans le cas du fonctionnement de la pompe à vide sans Gaz Ballast, lorsqu'à l'étape 3 la compression commence à se faire, dès que la pression atteint 250 mbar, la condensation de la vapeur d'eau se produit, faisant chuter la pression dans le deuxième étage de la pompe. La pression du deuxième étage est ainsi inférieure à la pression atmosphérique et ne peut par conséquent être déchargée à l'atmosphère (Étape 4). L'eau se mélange à l'huile du carter de la pompe créant une émulsion qui va dégrader le pouvoir de lubrification et d'étanchéité entre le rotor et la chemise de la pompe à vide créant un

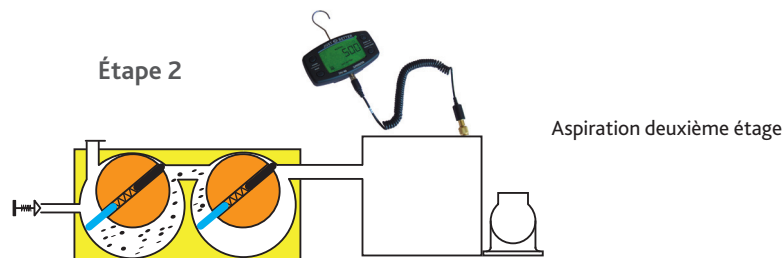
by-pass, une chute des performances et une usure prématurée.

Principe de fonctionnement simplifié des pompes à vide à double étage

Étape 1



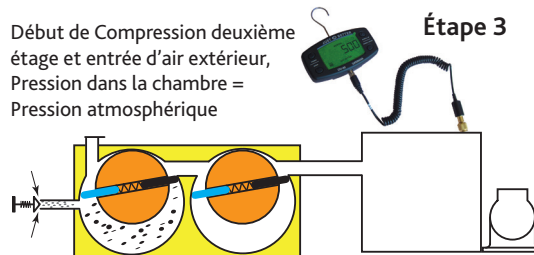
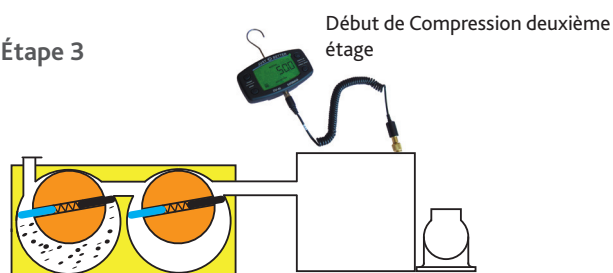
Étape 2



Sans Gaz Ballast

Avec Gaz Ballast Ouvert

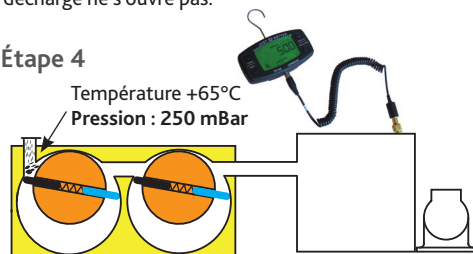
Étape 3



Compression deuxième étage,
Valeur de saturation de la vapeur d'eau atteinte : condensation.
→ La pression dans la chambre ne monte plus, le clapet de décharge ne s'ouvre pas.

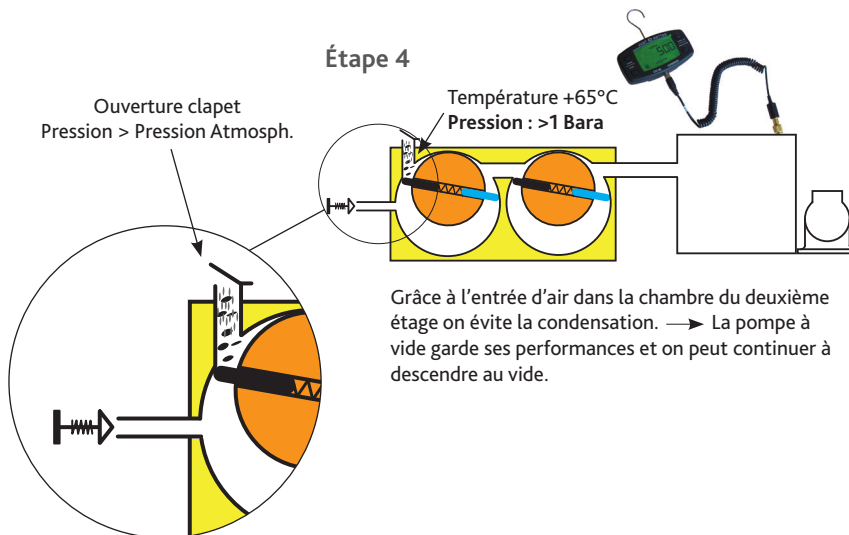
Compression deuxième étage,
Pression chambre supérieure à la Pression atmosphérique, → ouverture du clapet.

Étape 4



Compression faible, pression chambre inférieure à pression atmosphérique due à la condensation de la vapeur d'eau. Mélange eau et huile, dégradation de l'étanchéité (bypass internes) et des performances.

Étape 4



Incidence du diamètre de Flexible lors du tirage au Vide

Le diamètre et la qualité d'un flexible influence directement la performance d'une pompe à vide. Il faut toujours choisir un flexible spécifique pour le vide, qui soit peu ou pas perméable, du plus gros diamètre possible et de la longueur la plus courte possible.

Le choix de la pompe à vide se fera en considérant le type, le diamètre et longueur du flexible utilisé. Les capacités des pompes à vide sont données pour une entrée libre de la pompe et déchargeant à l'atmosphère. Dès que la pression à l'entrée de la pompe diminue, le débit de la pompe diminuera en conséquence. Un flexible à passage réduit aura une large influence sur l'efficacité de la pompe ainsi que sa longueur qui est également à considérer, plus le flexible est long et plus il crée de la perte de charge.

Le tableau ci-avant, nous indique qu'une pompe de 40 l/min équipée d'un flexible de 3/8" ou 1/2" sera plus rapide et efficace qu'une pompe à vide de

120 l/min équipée d'un flexible en 1/4". Cependant bien des installations n'ont qu'une connexion en 1/4" mâle Flare SAE de disponible, dans ce cas un flexible à double connexion 3/8" x 1/4"

(passage du flexible en 3/8") ou 1/2" x 1/4" (passage du flexible en 1/2") sera toujours plus performant qu'un simple flexible de diamètre et connexions 1/4".

Pour une évacuation rapide il faut choisir un flexible du diamètre le plus gros possible et de la longueur la plus courte possible.

L'utilisation d'un tube de plus gros diamètre permet une évacuation du système plus rapide. Les tests montrent que lorsqu'on utilise un flexible en 3/8" on évacue 4 fois plus vite environ qu'avec un flexible de passage 1/4" et 8 fois plus environ avec un flexible de passage en 1/2". D'autre part si on utilise un flexible 1/4" de plus de 90 cm, on réduit la capacité de la pompe à réaliser un vide correct. Utiliser une pompe de plus de 23 l/min avec un flexible de passage 1/4" n'améliorera pas la vitesse du vide réalisé car 23 l/min c'est à peu près la conductance d'un flexible en 1/4" (4 mm de diamètre interne) sous un différentiel de pression de 100 mBar dans un débit laminaire.

Pression à l'entrée de la pompe à vide		2,67 mBar		1,22 mBar	
Capacité de la pompe		40 l/min	120 l/min	40 l/min	120 l/min
Volume et temps d'évacuation avec un flexible de 1,5 m	Flexible passage 1/4"	11,2 l/min	14,5 l/min	6,9 l/min	7,99 l/min
	Flexible passage 3/8"	26 l/min	47 l/min	19,7 l/min	29,4 l/min
	Flexible passage 1/2"	35,9 l/min	90,8 l/min	32 l/min	72,9 l/min

Toutes les informations contenues dans ce document sont fournies à titre indicatif et peuvent être modifiées sans préavis de notre part. Les produits présents dans ce document sont soumis à nos conditions générales de ventes, reprises dans nos tarifs, ou bien disponibles sur simple demande. Informations et photos non contractuelles. Toute reproduction totale ou partielle du présent document sans le consentement écrit de la société US RECO est illicite.

US REFRIGERATION CONTROLS Régulation et Systèmes de Haute Technicité pour la Réfrigération et le Conditionnement d'Air
SA au Capital de 138 600 € - RCS Bobigny B712054212 - SIRET 71205421200022 - TVA FR.33712054212 - APE 4669B