



Récupération de solvants sans liquide de refroidissement

Par Dr Juergen Dirscherl - E-mail : Dirscherl@Vacuubrand.de.

Contact : Vacuubrand France - Sébastien Faivre - **Tél.:** 03 88 98 08 48 – **Fax :** 03 88 98 01 20

E-Mail : faivre@vacuubrand.de ou info@vacuubrand.de - **Web :** www.vacuubrand.com

De nos jours, la protection active de l'environnement est une priorité absolue dans les laboratoires chimiques et pharmaceutiques. Cela suppose, pour toutes les applications à vide, la récupération des solvants par le biais d'un système à vide. Or bien souvent, soit le liquide de refroidissement n'est pas disponible, soit son utilisation n'est pas souhaitable sur le lieu d'implantation de la pompe à vide. Le nouveau condensateur de vapeur électronique « Peltronic » possède un refroidisseur électronique intégré ne nécessitant pas de liquide de refroidissement interne ou externe. Il offre de nouvelles perspectives en matière de récupération de solvants respectueuse de l'environnement ne nécessitant pas d'alimentation en liquide de refroidissement.

1. Condensation de vapeurs à l'échappement de la pompe à vide

Dans quasiment toutes les applications de vide implémentées dans les laboratoires chimiques et pharmaceutiques, les vapeurs de solvants sont acheminées à travers la pompe puis libérées à son échappement. Parmi les exemples typiques, on compte la filtration à vide, l'aspiration des liquides, le séchage de gels, les étuves de séchage sous vide et des systèmes sophistiqués comme les concentrateurs sous vide et les évaporateurs rotatifs ou parallèles. Les pompes aspiratrices d'eau couramment utilisées par le passé présentent de nombreux inconvénients sur le plan économique (coût élevé de l'eau) et écologique (solvants pénétrant les eaux usées). Les pompes à membrane chimiques permettent d'éviter ce genre de problèmes. Or, ce type de pompe libère également des vapeurs de solvants à l'échappement. L'introduction en 1988 de groupes de pompage avec condensateur de vapeur intégré résolut ce problème. Les vapeurs de solvants sont condensées puis récupérées sur une surface froide à pression atmosphérique

au niveau de l'échappement de la pompe. De nombreux utilisateurs recyclent même les solvants récupérés.

Grâce à ce fameux condensateur de vapeur « conventionnel », il est possible de récupérer 98 à 99% des solvants courants à une température d'eau de refroidissement raisonnable. Si un autre appareil avoisinant (p. ex. : le condensateur principal d'un évaporateur rotatif) nécessite aussi du liquide de refroidissement, on utilise alors tout simplement la même alimentation en liquide de refroidissement pour les deux condensateurs. Ce réfrigérant peut être un liquide (p. ex. : eau, glycol) ou de la glace (p. ex. : eau glacée, carboglace). Si l'on utilise un réfrigérant liquide, il est recommandé de réaliser un simple raccord de conduites entre le condensateur principal (côté vide) et le condensateur de vapeur (côté atmosphère). Si le condensateur principal est refroidi à la glace, il convient d'utiliser un condensateur de vapeur équivalent, également refroidi à la glace. Ce type de condensateurs de vapeur refroidi à la glace est à présent disponible (p. ex. : de la marque VACUUBRAND). Toutefois, le coût de l'approvisionnement continu en eau glacée ou en carboglace est assez élevé et le liquide de refroidissement nécessite un contrôle fréquent.

D'après notre expérience, rares sont les utilisateurs de pompes à membrane chimiques qui utilisent un condensateur de vapeur. Même si cela est très souvent dû à l'absence de liquide de refroidissement, il existe de nombreuses autres raisons :
- Tous les laboratoires ne disposent pas d'un système de refroidissement en circuit fermé.
- L'utilisation d'eau douce pour le refroidissement est très onéreuse et consomme inutilement une ressource importante. Dans certains pays, l'utilisation en est déjà interdite pour cette même raison.
- Les refroidisseurs en circuit fermé de laboratoire sont onéreux et nécessitent une maintenance fréquente (contrôle du niveau du liquide de refroidissement !).

D'après notre expérience, de tels appareils ne sont toutefois achetés que s'ils sont nécessaires à d'autres applications.

- En réalité, seuls les évaporateurs rotatifs (et certains évaporateurs parallèles) possèdent un condensateur intégré (pour la partie sous vide). Seuls ces appareils nécessitent une alimentation en liquide de refroidissement propre. La plupart des autres applications de vide comme les appareils filtrants, les dispositifs de séchage de gels, les étuves sous vide, les concentrateurs sous vide, etc. fonctionnent sans aucune alimentation en liquide de refroidissement. Cela signifie que « seul » le condensateur de vapeur nécessiterait une alimentation en liquide de refroidissement. De nombreux utilisateurs essaient d'éviter cela.

Dans d'autres cas, les conduites pour réfrigérant liquide ne sont tout simplement pas souhaitables :

- De plus en plus de réseaux de vide locaux (comme le système VACUUBRAND) sont installés dans les laboratoires chimiques et pharmaceutiques modernes. Le groupe de pompage sous vide (avec son condensateur de vapeur) est alors très souvent intégré au mobilier de laboratoire (p. ex. : en dessous du banc de travail). De nombreux préparateurs et utilisateurs de laboratoires essaient d'éviter les conduites de refroidissement sur de tels sites inaccessibles par crainte de dégâts des eaux dus au relâchement ou à une fuite des flexibles de liquide de refroidissement.

- Les groupes de pompage sous vide montés sur chariot pour une utilisation flexible ne peuvent quasiment pas être équipés d'un raccordement pour réfrigérant liquide.

- Les systèmes complets combinant par exemple un concentrateur sous vide et une pompe à vide ne sont généralement pas pourvus d'un condensateur de vapeur. Un raccordement pour liquide de refroidissement est réputé rendre le système peu attrayant pour les clients.



2. Condensation de vapeur sans alimentation en liquide de refroidissement

VACUUBRAND a développé un condensateur de vapeur avec refroidisseur intégré. Il est basé sur l'effet thermo-électrique, aussi appelé « l'effet Peltier » et fonctionne sans aucun liquide de refroidissement interne ou externe. Ce nouveau condensateur de vapeur « Peltronic » révolutionnaire de VACUUBRAND incarne le refroidissement direct des vapeurs d'échappement sans aucun liquide pour le transfert de chaleur. Ce système ne nécessite quasiment aucune maintenance et les fuites de liquide de refroidissement sont impossibles. Les vapeurs entrent uniquement en contact avec des surfaces chimiquement résistantes comme les matières plastiques spéciales et le verre.

Cette nouvelle approche a été rendue possible par de récentes avancées en matière de puissance réfrigérante et d'efficacité des éléments Peltier et en réalisant que la puissance réfrigérante nécessaire à l'obtention d'une condensation efficace des vapeurs à l'échappement d'une pompe à vide de laboratoire typique est incroyablement faible. Tous les solvants typiques sont liquides à température ambiante, de sorte qu'habituellement, une surface froide présentant une température légèrement inférieure à la température ambiante suffit. Des températures plus basses sont considérées comme défavorables, du fait que les solvants pourraient geler. L'expérience pratique montre qu'une température de +10°C suffit amplement à obtenir des taux de récupération de solvants relativement élevés. De plus, la quantité de vapeurs – et donc la puissance réfrigérante requise – est, dans la plupart des cas, relativement faible du fait que les solvants sont généralement aspirés dans la pompe à une pression très basse. Des quantités de vapeurs plus importantes ne doivent être manipulées que pour les solvants à point d'ébullition bas comme l'acétone.

Le condensateur Peltronic est de conception très compacte et fonctionnelle et permet d'obtenir une récupération de solvants de haute efficacité pour la plupart des applications de laboratoire. Il a été conçu pour la condensation de solvants après leur passage dans la pompe à vide, c'est-à-dire du côté atmosphérique. Pour une condensation de solvants du côté vide, la température de la surface froide et la puissance réfrigérante sont insuffisantes. Si d'importantes quantités de solvants s'évaporent – comme dans les évaporateurs rotatifs – un condensateur côté vide (avec alimentation en liquide de refroidissement) demeure nécessaire.

Le condensateur Peltronic possède un régulateur thermique électronique pour surface froide (prérégulée à +10°C), un ventilateur commandé et une protection

Type de condensateur de vapeur	Solvant	Quantité évaporée	Récupération de solvants au condensateur principal de l'évaporateur rotatif	Récupération de solvants au condensateur de vapeur	Taux total de récupération de solvants
		[g]	[g]	[g]	[%]
Ordinaire	Éthanol	398.4	376.8	20.7	99.8
Peltronic	Éthanol	427.0	400.7	21.5	98.9
Ordinaire	Acétone	387.1	295.3	87.1	98.8
Peltronic	Acétone	419.6	337.9	72.3	97.8

Tableau 1 : Comparaison des taux de récupération de solvants : Condensateur ordinaire – Condensateur Peltronic.

Type de condensateur de vapeur	Solvant	Quantité évaporée	Récupération de solvants au condensateur principal de l'évaporateur rotatif	Récupération de solvants au condensateur de vapeur	Taux total de récupération de solvants
		[g]	[g]	[g]	[%]
Peltronic	Éthanol	477.3	417.2	51.8	98.3

Tableau 2 : Taux de récupération de solvants avec le Peltronic à des conditions de charge élevées sur un réseau de vide

Solvant	Puissance de condensation
	[g/h]
Acétone	400
Éthanol	260
Toluène	600
Chloroforme	600
Eau	100

Tableau 3 : Puissance de condensation du Peltronic pour divers solvants



thermique sur la partie chaude. Son utilisation est de ce fait assez simple. L'installation ne pourrait être plus simple – il suffit de le brancher à l'alimentation sur secteur et à l'échappement de la pompe à vide. Si le condensateur Peltronic est intégré p. ex. au mobilier de laboratoire, le dégagement de chaleur additionnel de 20 à 200 W (y compris la chaleur de condensation) doit être pris en compte. Une circulation adéquate de l'air frais doit être garantie. Toutefois, le dégagement de chaleur résiduelle est beaucoup moins important que celui des refroidisseurs en circuit fermé typiques.

3. Résultats de l'évaluation

Des évaporations ont été réalisées en utilisant un évaporateur rotatif et un groupe de pompage chimique (VACUUBRAND PC 2001 VARIO). Le taux total de récupération de solvants a d'abord été mesuré au moyen d'un condensateur de vapeur ordinaire (température du liquide de refroidissement : +10°C) puis avec un

condensateur Peltronic. Les résultats sont indiqués dans le **tableau 1**.

Les différences constatées dans les taux de récupération de solvants résident dans le degré de précision de mesure. Même d'infimes variations au niveau de l'atmosphère ambiante et des conditions de démarrage peuvent entraîner de telles fluctuations. La température du liquide de refroidissement à l'intérieur du condensateur principal de l'évaporateur rotatif est tout particulièrement importante. La durée d'évaporation était d'environ 20 min. pour l'éthanol et de 10 min. pour l'acétone. Pour conserver sa température de surface froide à +10°C, le condensateur Peltronic était à puissance réfrigérante maximale uniquement pour l'acétone.

La durée d'évaporation était d'environ 20 min. pour l'éthanol et de 10 min. pour l'acétone. Pour conserver sa température de surface froide à +10°C, le condensateur Peltronic

était à puissance réfrigérante maximale uniquement pour l'acétone. Au cours d'un autre test de performance, l'utilisation d'un évaporateur rotatif sur un réseau de vide local a été simulée. On a supposé que de multiples utilisateurs du réseau de vide introduisaient une charge de gaz additionnelle dans le système, la pompe à vide (VACUUBRAND PC 2004 VARIO avec 2 mbars vide final) ne pouvant alors atteindre que 15 mbars à l'intérieur du réseau à vitesse de pompage maximale. En outre, le condensateur principal de l'évaporateur rotatif a uniquement été utilisé avec du liquide de refroidissement à 18°C. Ces conditions supposent une charge de gaz et de vapeur de solvants très élevée pour le condensateur de gaz. Les résultats sont indiqués dans le **tableau 2**.

En résumé, les taux de récupération de solvants du condensateur Peltronic sont excellents même à des conditions d'exploitation extrêmes (charge élevée). Le taux de récupération

est comparable à celui d'un condensateur conventionnel (refroidi à l'eau). Pour la plupart des applications, le facteur limitant sera la puissance de pompage de la vapeur de la pompe à vide et non la puissance de condensation du condensateur Peltronic.

La puissance de condensation du condensateur Peltronic a été calculée (pour une température ambiante de 25°C) pour divers solvants et est indiquée dans le **tableau 3**.

Le condensateur Peltronic offre de nouvelles possibilités en matière de récupération efficace de solvants pour les pompes à vide de laboratoire ; et ce même pour les applications pour lesquelles l'eau de refroidissement n'est pas disponible ou souhaitable. Les exigences liées à l'espace minimum, l'installation et la maintenance ainsi que les frais d'acquisition et d'exploitation sont beaucoup moins élevés que ceux d'un refroidisseur en circuit fermé.