



schulz  partner

*Ingénierie
Installations complètes
Appareils spéciaux*

L'entreprise



Développement et innovation

Simulation de processus et essais dans notre propre laboratoire et notre technicum contribuent à garantir une conception sûre et optimale de nos équipements. Pour répondre aux exigences toujours plus élevées en matière de rentabilité et de sécurité d'exploitation, nous misons sur le développement permanent de nouvelles technologies et l'innovation.



Laboratoire

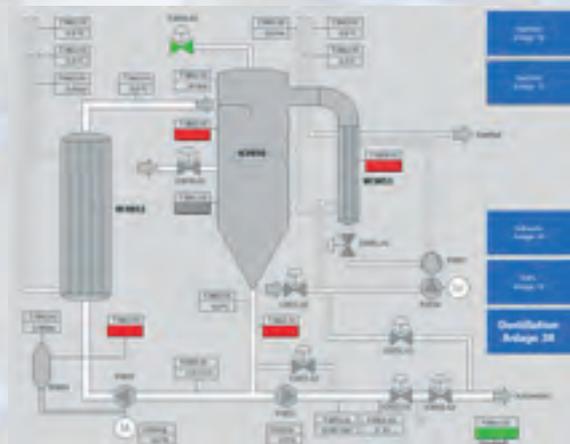
Schulz+Partner GmbH

Depuis sa fondation en octobre 1994, la société d'ingénierie de procédés Schulz+Partner GmbH s'est spécialisée dans le traitement et la régénération des fluides de procédés. Nous élaborons pour vous des solutions individuelles sur mesure, bénéficiant de tout notre savoir-faire et de toute notre expérience.

Nous assurons la conception, la gestion, la réalisation et l'entretien d'installations complètes et d'unités de procédé.

- 1994 Fondation Schulz+Partner GmbH
- 1997 Membre du groupe Ebner
- 2003 Reprise Künzi ACS AG

Dessin 3D



Automation de procédés

Prestations et produits

effluents de procédés – solutions de sel – solutions organiques – acides minéraux – lessives – bains de décapage – eaux résiduelles de fermentation – solvants – huiles minérales – lixiviat

Domaines d'activités

Evaporation

- Evaporateurs pompe à chaleur
- Evaporateurs film tombant
- Evaporateurs à circulation forcée/naturelle
- Evaporateurs à compression des vapeurs
- Evaporateurs couche mince
- Distillation moléculaire

Cristallisation

- Cristalliseurs à évaporation
- Cristalliseurs à refroidissement

Séchage

- Sécheurs couche mince, sécheur combiné
- Sécheurs pompe à chaleur

Rectification, absorption

- Colonnes de rectification, à plateaux/ à garnissage
- Colonnes d'absorption

Extraction liquide-liquide

- Colonnes d'extraction, agitées et pulsées
- Mélangeurs-décanteurs

Ingénierie

- Etudes, consultance
- Essais de laboratoire / essais pilotes
- Conception de procédé, simulations
- Avant-projets
- Etudes de base et de détail
- Planification d'installation en 3D
- Instrumentation et automation
- Gestion de projet
- Montage, direction de travaux
- Mise en service
- Instruction du personnel

Installations

- Installations complètes clef en main
- Unités de procédé préassemblées (skid)
- Appareils spéciaux

Entretien des équipements

- Contrats d'entretien
- spécialement conçus pour les installations pompe à chaleur
- Pièces de rechange

Evaporation

Evaporateurs pompe à chaleur

Proche du «perpetuum mobile»

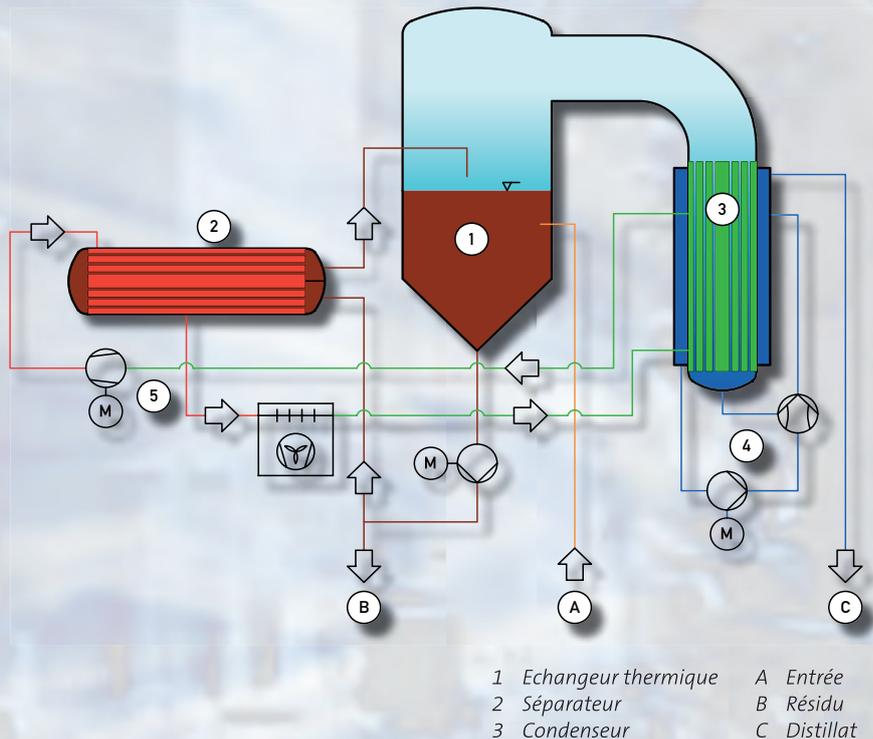
Les évaporateurs avec pompe à chaleur utilisent un circuit frigorifique à compresseur. La chaleur produite par compression est utilisée pour l'évaporation, la puissance frigorifique pour la condensation des vapeurs. Mis à part du courant électrique, ce type d'appareil ne nécessite aucune autre source d'énergie:

Principaux avantages:

- 90 % d'économie d'énergie
- Nécessite uniquement de l'électricité
- pas de vapeur ou d'autre moyen de chauffe pas d'eau de refroidissement
- Installations complètes testées et prêt à fonctionner, montée sur bâti (skid)
- Faibles températures de service (sous vide, $t < 50^{\circ}\text{C}$) résultant en:
 - un ménagement de produits thermosensibles
 - un effet de corrosion diminué
 - matériaux plastiques pour la construction sont possible, ce qui permet de traiter des produits excessivement agressive comme HCl, HF, H₂SO₄ etc.

Matériaux:

- Aciers inox
- Hastelloy, Titane, Zirconium
- PP/PE
- PTFE/PVDF/PFA
- Carbide de silice
- Graphite.



CONfix® exécution Ex

Évaporateurs à circulation forcée/naturelle

Les évaporateurs à **circulation naturelle** fonctionnent sur le principe du thermosiphon, généralement sans pompe à circulation, et peuvent être utilisés pour pratique-

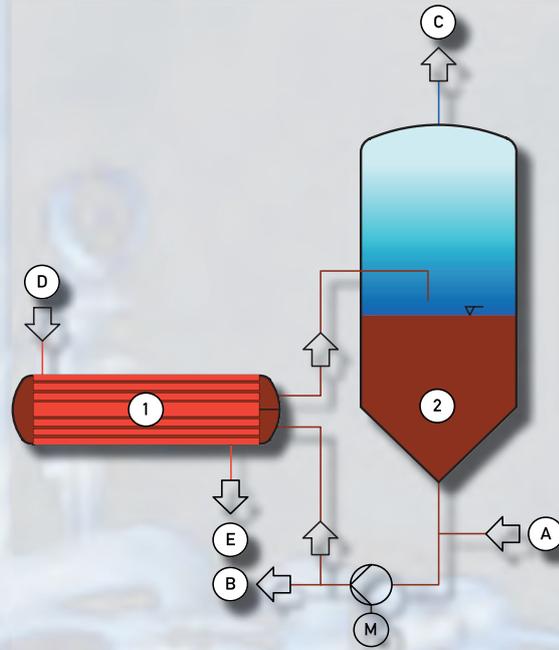


Évaporateur à circulation forcée destiné à la concentration d'acide fluorhydrique/acidé sulfurique

ment tous les fluides à basse viscosité et en absence de solides.

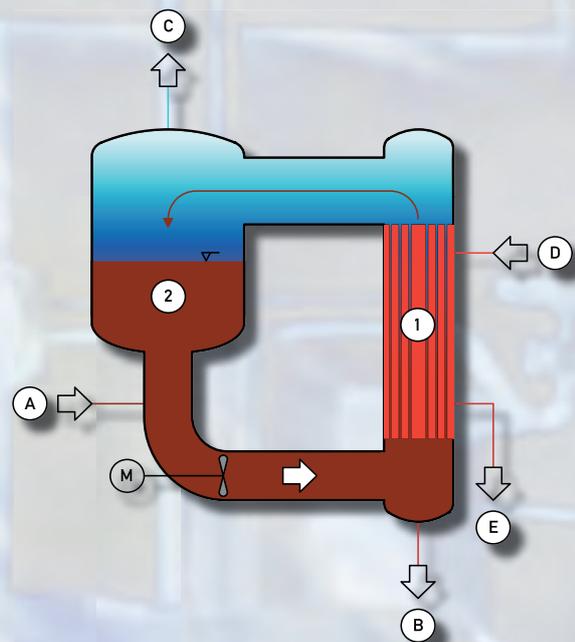
Pour les fluides se caractérisant par un mauvais transfert de chaleur – du fait d'une viscosité élevée par exemple –, il est nécessaire d'obtenir la quantité circulante requise à l'aide d'une pompe, de préférence d'une pompe coudée à hélice (voir schéma).

La **circulation forcée** est indispensable lorsque les fluides contiennent des solides ou présentent une viscosité élevée. Contrairement à la circulation naturelle, l'évaporation n'a pas lieu dans le tube d'échangeur, mais lorsque le produit entre dans le séparateur situé en amont (évaporation à détente). Pour cela, l'échangeur de chaleur fonctionne en légère



surpression; laquelle est obtenue soit par un obturateur à la sortie, soit par une colonne de liquide. La surpression empêche le produit de s'évaporer et il ne fait que de s'échauffer de quelques degrés. Cette manière de procéder permet d'éviter la formation de précipités et d'incrustations dans les tubes de l'échangeur.

Du fait de la simplicité de leur construction, les évaporateurs à circulation offrent une solidité et une fiabilité maximales



Évaporateur à circulation avec pompe coudée

1 Échangeur thermique
2 Séparateur

A Entrée
B Résidu
C Distillat

D Vapeur de chauffe
E Condensat vapeur

Evaporation

Evaporateur à film tombant

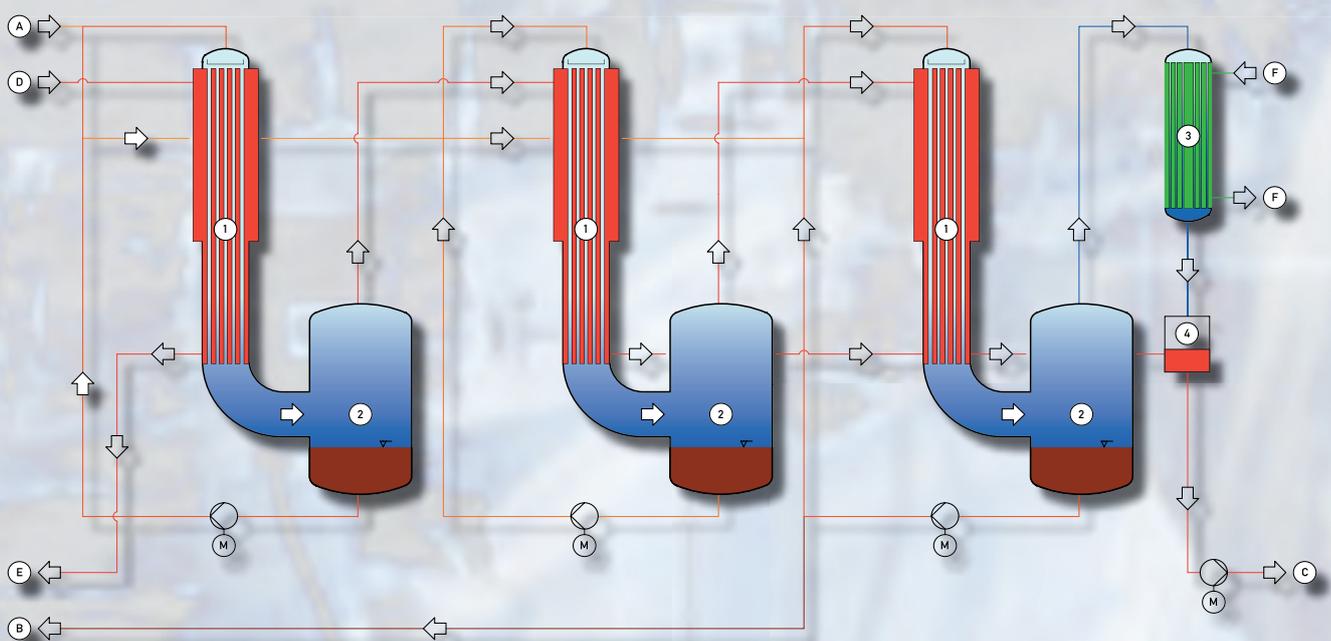
- Utilisation universelle pour toute sortes d'évaporation
- Temps de séjour très court grace au contenu opératoire réduite, un avantage décisif notamment pour des produits thermosensibles.
- Construction compact, permettant la réalisation d'appareils à grande surface d'échange
- Faible perte de charge côté produit, pour cette raison l'appareil approprié pour l'évaporation à compression des vapeurs

Evaporateurs en cascade

L'évaporation de l'eau requiert une quantité d'énergie spécifique très élevée (environ 4 à 5 fois plus élevée que celle des solvants). Les évaporateurs en cascade permettent de diminuer la dépense énergétique par la réutilisation de la vapeur provenant du premier étage pour chauffer l'évaporateur suivant. L'économie en vapeur de chauffe augmente avec chaque évaporateur supplémentaire, cependant les frais d'investissement augmentent de même.



Evaporateur à film tombant 2400 m², capacité d'évaporation 20 t/h avec compression mécanique des vapeurs



Evaporateur à film tombant à trois étages, économie d'évaporation env. 50 %

- | | | |
|-----------------------|---------------------|--------------------------|
| 1 Echangeur thermique | A Entrée | E Condensât vapeur |
| 2 Séparateur | B Résidu | F Eau de refroidissement |
| 3 Condenseur | C Distillat | |
| 4 Bac de soutirage | D Vapeur de chauffe | |



Evaporateurs à compression des vapeurs

L'évaporation de l'eau requiert une quantité d'énergie spécifique extrêmement élevée (environ 4 à 5 fois plus élevée que celle des solvants). Outre les évaporateurs en cascade, un autre moyen de réduire la dépense énergétique consiste à utiliser le principe de compression des vapeurs. Suivant le mode de compression, il est possible de réaliser une économie atteignant 95%. Ce principe consiste à comprimer les vapeurs provenant de l'évaporateur (ou une partie d'entre elles) et à les refouler vers l'évaporateur où elles servent alors de vapeur chauffante.

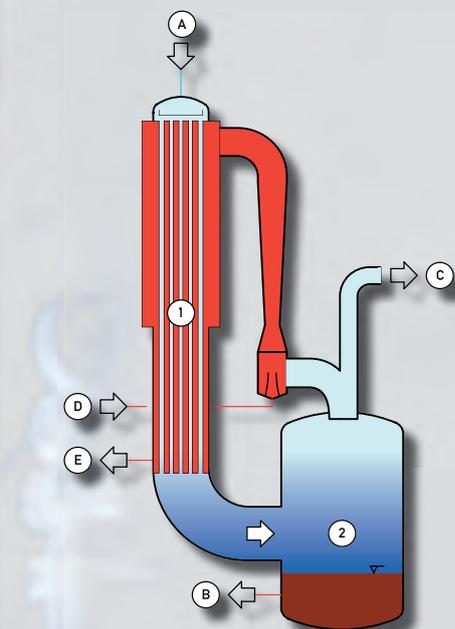
Compression thermique des vapeurs

La compression des vapeurs est réalisée à l'aide d'un compresseur à jet de vapeur Venturi. Du fait de la simplicité de la construction de ce type de compresseurs sans pièces mobiles, ils offrent une solidité et une fiabilité extrême. Suivant les conditions d'exploitation, on peut atteindre une économie de vapeur de 50 % ou plus: la moitié seulement environ des vapeurs sortantes retournent dans le circuit par le compresseur sous forme de vapeur chauffante, le reste étant transporté dans un condensateur ou à un éventuel étage suivant.

Un inconvénient du compresseur à jet de vapeur est son importante chute de rendement à charge partielle.

Compresseur des vapeurs mécaniques

- 1 Echangeur thermique
- 2 Séparateur
- 4 Bac de soutirage



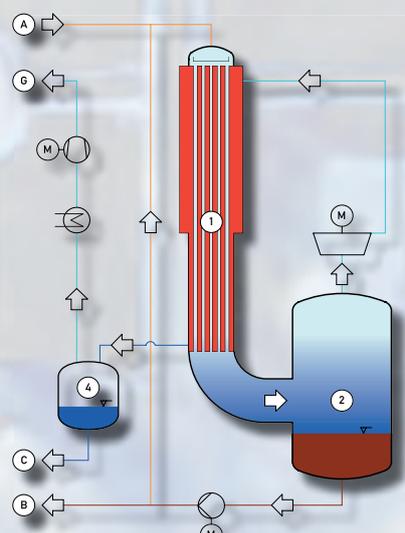
Evaporateur à film tombant avec compression thermique à jet de vapeur

Compression mécanique des vapeurs

Pour la compression mécanique des vapeurs, on utilise différents modèles de compresseurs : compresseur à piston, à vis, Roots et axial, ainsi que très souvent des ventilateurs axiaux. Tous ces systèmes nécessitent de la vapeur chauffante pour démarrer.

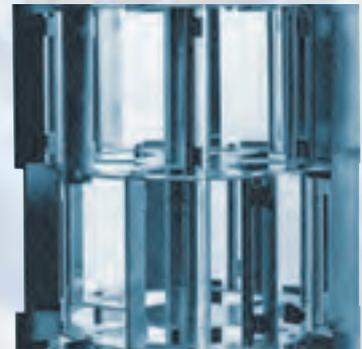
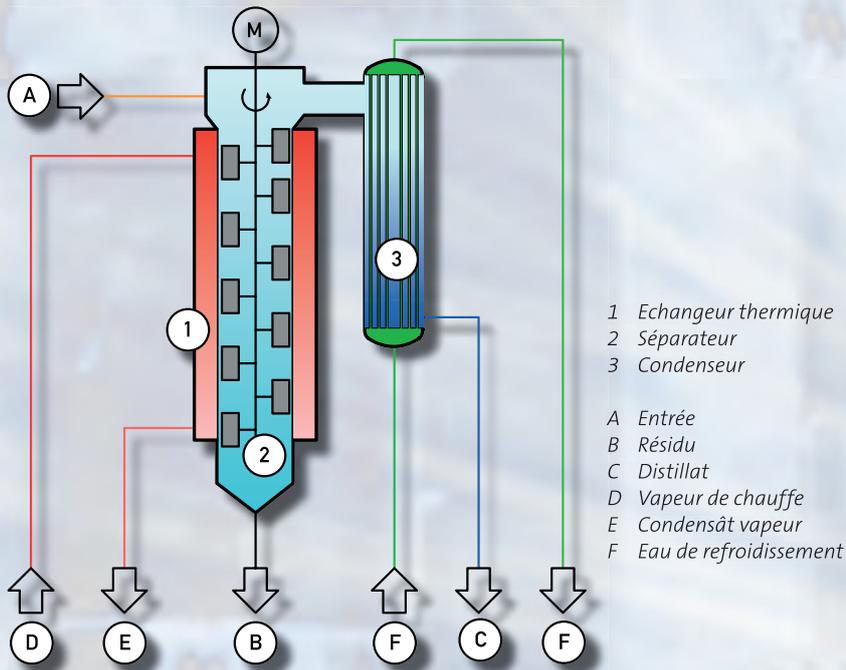
À l'exploitation, l'énergie d'évaporation est entièrement recyclée dans le moteur du compresseur sous forme de courant électrique. L'économie d'énergie totale par rapport à une évaporation à un étage s'élève à environ 90%.

Les compresseurs fonctionnent à un régime élevé et génèrent de ce fait un niveau de bruit important, rendant une insonorisation indispensable dans la plupart des cas.



- | | |
|-------------|---------------------|
| A Entrée | D Vapeur de chauffe |
| B Résidu | E Condensât vapeur |
| C Distillat | G Air d'évacuation |

Technique couche mince

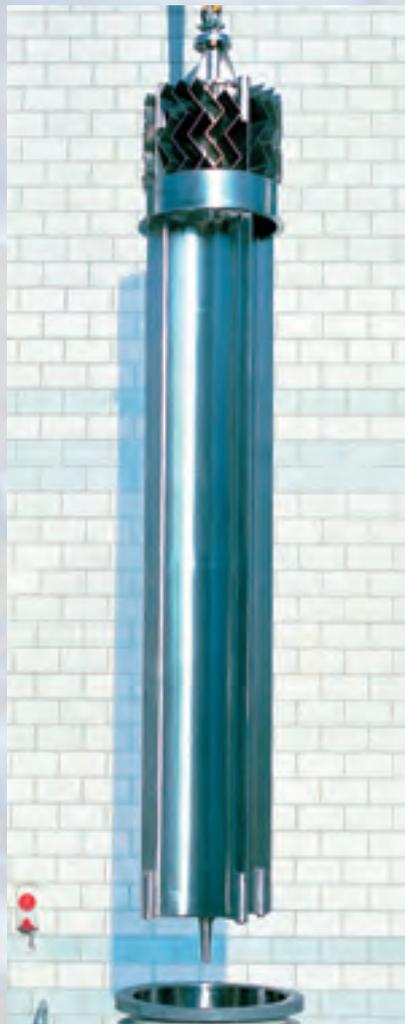


Evaporateur couche mince à palettes mobiles

Les appareils à couche mince s'utilisent lorsque les évaporateurs conventionnels ne fonctionnent plus correctement, souvent du fait d'une viscosité élevée.

Afin d'être à même de proposer la solution optimale pour chaque cas, nous fabriquons différents modèles d'évaporateurs couche mince pour des applications diverses:

- évaporation, évaporation moléculaire sous vide poussé
- séchage, évaporation continue jusqu'au résidu sec
- dégazage de produits de viscosité très élevée, coulées plastique, pâtes
- chauffage ou refroidissement de produits visqueux



Evaporateur couche mince à pales fixes

Evaporateurs couche mince

Evaporateur couche mince avec rotor à pales fixes

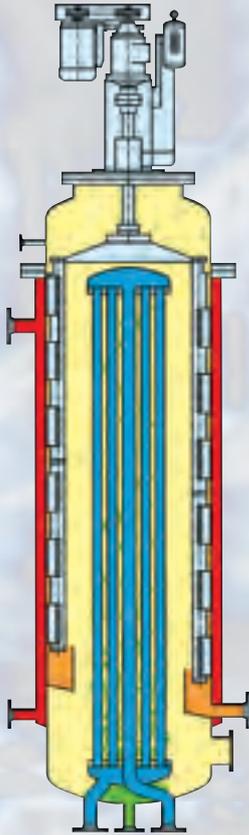
- Pales fixes sans contact avec la paroi, écart 0,5 à 2 mm (suivant taille)
- Viscosité jusqu'à 60 000 mPas
- Taux d'évaporation maximal avec un seul passage env.: 80%

Evaporateur couche mince avec palettes de raclage mobiles

- Palettes de raclage mobiles, pressées contre la paroi par force centrifuge.
- Différentes constructions de palettes: entièrement en métal ou avec des pointes en PTFE (avec additives) ou en carbone
- Viscosité jusqu'à 30 000 mPas
- Taux d'évaporation maximal avec un seul passage env.: 98%

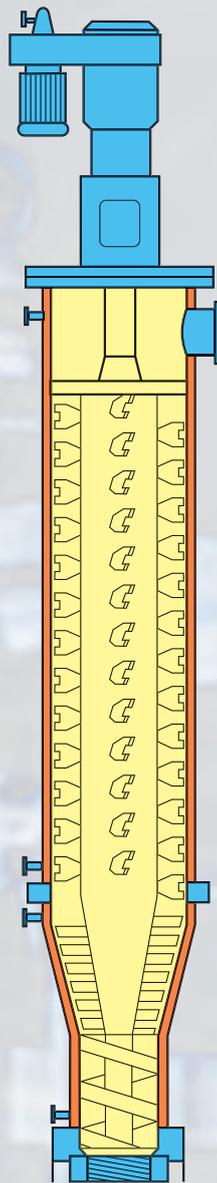
Echangeur couche mince

- Pour le chauffage ou le refroidissement de produits visqueux



Evaporateur moléculaire couche mince

- conçu pour les substances à point d'ébullition élevé et pour des vide
- poussés jusqu'à 10-2 mbar (1 Pa)
- Condenseur placé à l'intérieur de l'évaporateur, en face et proche de la surface d'évaporation
- Palettes de raclage mobiles
- Viscosité jusqu'à 20 000 mPas,
- Taux d'évaporation maximal avec un seul passage env.: 95%



Viscotrunder couche mince

- Pour coulées de matière plastique ou pâtes, à fluidité réduite, viscosité >10 Pas
- Dégazage, élimination de restes de produit légers (solvants, monomères)
- Pales verticales pour la formation du film et pour le mélange radiale
- Pales inclinées pour le transport du film le long de la surface de chauffe

Séchage

Sécheur couche mince

- Sécheur continu à couche mince, équipé d'un rotor à palettes pendulaires
- Evaporation totale jusqu'au résidu sec

Sécheur couche mince combiné

- Pour un résidu absolument sec

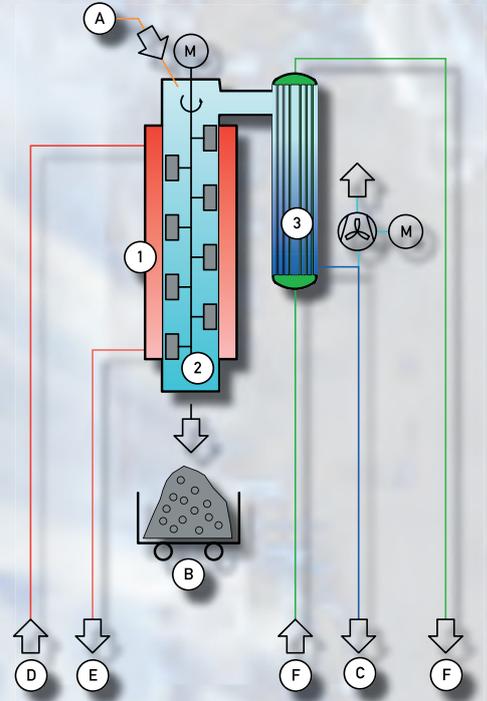
En cas normale, le résidu sortant d'un sécheur film tombant contient une humidité résiduelle de l'ordre de 2 à 8%. Lorsqu'il est nécessaire d'obtenir un taux d'humidité inférieur à cela, il faut avoir recours à une opération de séchage combinée avec un sécheur de contact horizontale qui assure un temps de séjour plus longue.

Sécheur pompe à chaleur

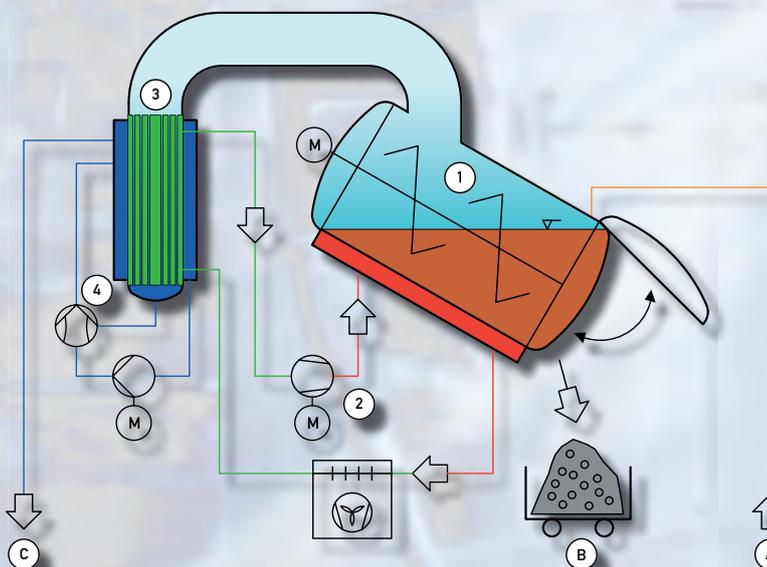
- Sécheur discontinu à vide, pour petites quantités de l'ordre de 100 kg/h
- Avec agitateur raclant
- Standard avec pompe à chaleur

- 1 Echangeur thermique
- 2 Séparateur
- 3 Condenseur

- A Entrée
 B Résidu
 C Distillat
 D Vapeur de chauffe
 E Condensât vapeur
 F Eau de refroidissement
 G Air d'évacuation



Sécheur couche mince



Sécheur pompe à chaleur



Cristallisation

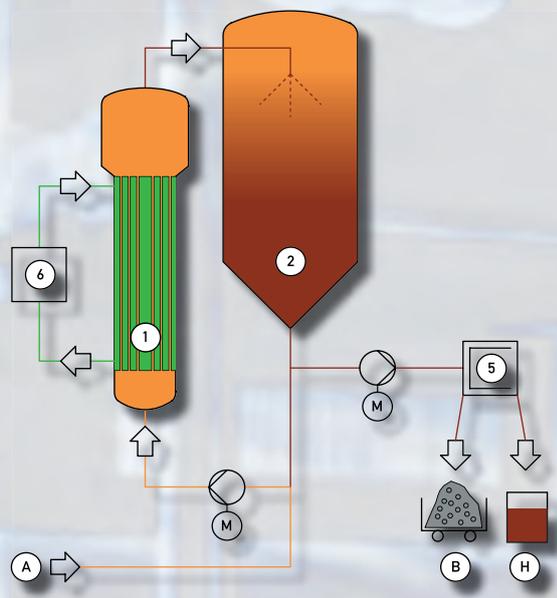
Pour obtenir la cristallisation d'un produit, il faut dépasser la ligne de saturation, soit par évaporation (concentration) ou soit en abaissant la température (refroidissement).

Ces procédés fonctionnent en continu ou en discontinu.



Cristalliseur à évaporation

- 1 Echangeur thermique
2 Séparateur
5 Centrifugeuse
6 Système de refroidissement
- A Entrée
B Résidu
H Eau-mère



Cristalliseur à refroidissement

Cristalliseurs à évaporation

- Pour solutions peu concentrées
- Avec pompe à chaleur à circuit frigorifique, nécessite en énergie uniquement de l'électricité, pas de moyen de chauffe, pas d'eau de refroidissement
- Avec récompression mécanique ou thermique des vapeurs
- Combiné avec préconcentration à un ou plusieurs étages
- Régénération de bains de décapage (acier inox, titan, zirconium)

Cristalliseurs à refroidissement

- Refroidissement par détente sous vide (cristallisation à détente) sans surface d'échange
- Refroidissement par échangeur de chaleur à travers une surface d'échange, avec le risque de formation de dépôts, s'utilise principalement en mode discontinu
- Refroidissement par échangeur de chaleur, mais avec procédé autonettoyant utilisant la technique du lit fluidisé

Rectification – Absorption

La rectification est le procédé de séparation le plus employé parmi les procédés thermiques.

- Concept, calculs, simulation, essais
- Etudes de base et de détail, automation
- Installations complètes clef en main
- Unités de procédé préinstallées sur bâti (skid)
- Colonnes à parois de séparation

Colonnes à garnissage

- Garnissage en tissu métallique et en tôle structurée hautement efficaces
- Distributeurs de liquides, collecteurs, grilles
- Modifications (revamping) de colonnes existantes, en garantissant une réalisation optimale et une interruption de production aussi brève que possible

Colonnes à remplissage

- Tous les types de corps de remplissage courants



Garnissage

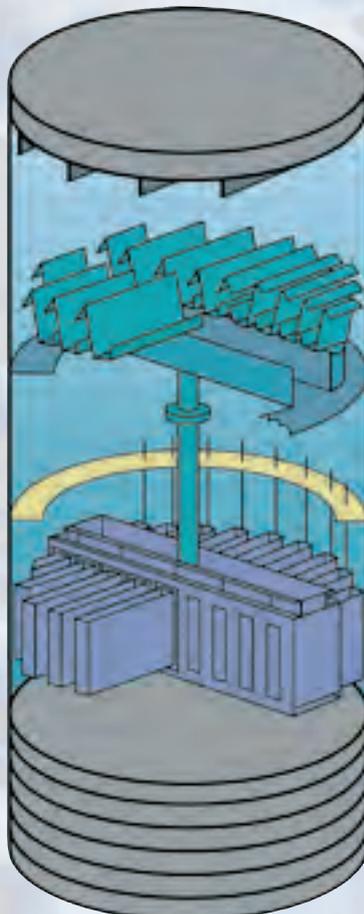
Laveurs

pour purification de gaz, gaz d'échappement, gaz de fumé etc.

- à garnissage/remplissage, venturi
- matériaux métalliques et plastiques

Colonne à plateaux

Les colonnes à plateaux n'utilisent pas de distributeur, l'alimentation ou un soutirage latérale est possible à chaque plateau.



Colonne de garnissage

- Plateaux à fentes de type KSB, espacement 150 à 250 mm, rendement 80 %.
- Optimal pour les bâtiments à hauteur limitée.
- Plateaux à courants croisés
- Plateaux à cloche et à tunnel
- Plateaux à clapet



Installation de rectification sous vide (100 Pa)

Colonnes d'absorption

Plateaux à fentes type KSB avec serpentín de refroidissement

- Colonnes à garnissage
- Colonnes à remplissage
- Colonnes à lit fixe



Armoire contrôle de procédé



Récupération de solvants



Plateau de rectification „KSB“



Plateau d'absorption

Extraction liquide-liquide



Agitateur

Colonnes d'extraction agitées

La colonnes d'extraction agitée constituent le type d'appareil d'extraction offrant la plus grande variété d'usages possibles. Une différence de densité d'au moins 30 kg/m^3 entre les deux phases est la seule exigence concernant le produit.

La géométrie de la construction interne et le régime de l'agitateur permettent une adaptation précise au caractéristiques des produits. La colonne peut être conçue soit pour une efficacité élevée avec un débit moindre, ou encore pour des débits plus importants et une efficacité réduite.

Avantages:

- Géométrie variable permet l'adaptation au système
- Fonctionne normalement même avec solides en suspension
- Adaptation simple en cas de modification des conditions opératoires
- Fiable, entretien minimal
- Consommation d'énergie minimale

Colonne à plateaux perforés pulsée

- Internes statiques avec un pulsateur externe.
- Convient pour les petites colonnes jusqu'à $0,5 \text{ m}$ de diamètre et pour les systèmes à faible tension interfaciale.
- Le pulsateur peut être monté à une certaine distance de la colonne. Important en cas de traitement de substances radioactives

L'extraction liquide-liquide est une méthode de séparation éprouvée dont l'avantage tient avant tout au fait que le processus d'extraction lui-même ne s'accompagne d'aucune dépense énergétique (sauf du courant électrique pour les pompes et l'entraînement de colonne) et se fait normalement à température ambiante. Les avantages de cette méthode sont donc:

- Une séparation sélective quand d'autres méthodes ne fonctionnent pas correctement, par ex. du fait de la formation d'azéotropes
- Importants débits possibles, jusqu'à plusieurs centaines de m^3/h
- Températures douces, ce qui est important pour les substances sensibles à la température telles que les vitamines.

Installation d'extraction



colonne pilot

Mélangeurs-décanteurs

- Intéressant lorsque 1 à 4 étages théoriques sont requises
- Efficacité élevée, proche de 100%
- Chaque étage est équipé d'un agitateur individuellement réglable
- L'exploitation peut être interrompue à tout moment, puis reprise plus tard sans délai de démarrage

Suivant les matériaux employés (aciers inoxydables, acier émaillé, verre, plastiques), les modèles les plus divers sont nés:

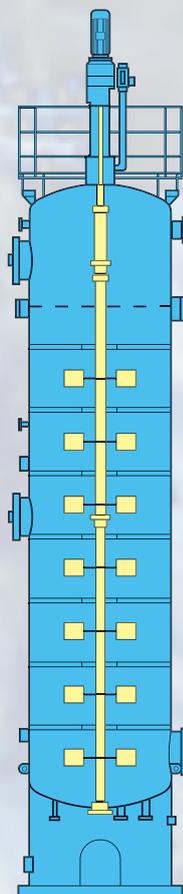


Mélangeur-décanteur type MST



Mélangeur-décanteur à 3 étages type MSV

Mixer-Settler-
Reaction-Column



Type MSB

Forme boîte, à 1 ou plusieurs étages

Matériaux: aciers, matière plastiques

Type MST

Forme tube, à 1 étage

Matériaux: acier émaillé, verre

Type MSV

Forme cuve, 1 à 3 étages, hermétiquement clos, convient pour exploitation sous pression

Matériaux: aciers, matière plastique

Industrie chimique

Pétrochimie

Industrie pharmaceutique

Industrie alimentaire

Industrie des colorants et vernis

Industrie des panneaux à circuits imprimés

Traitement de surface

Industrie de l'aluminium

Travail des métaux

FROM AUGUST 1st, 2012

SCHULZ+PARTNER GmbH
Verfahrenstechnik
CARL-ZEISS-STR. 11
D-79331 TENINGEN

Tel + 49 (0)7641 95 95 700

Fax + 49 (0)7641 95 95 701

info@schulzpartner.com

www.schulzpartner.com