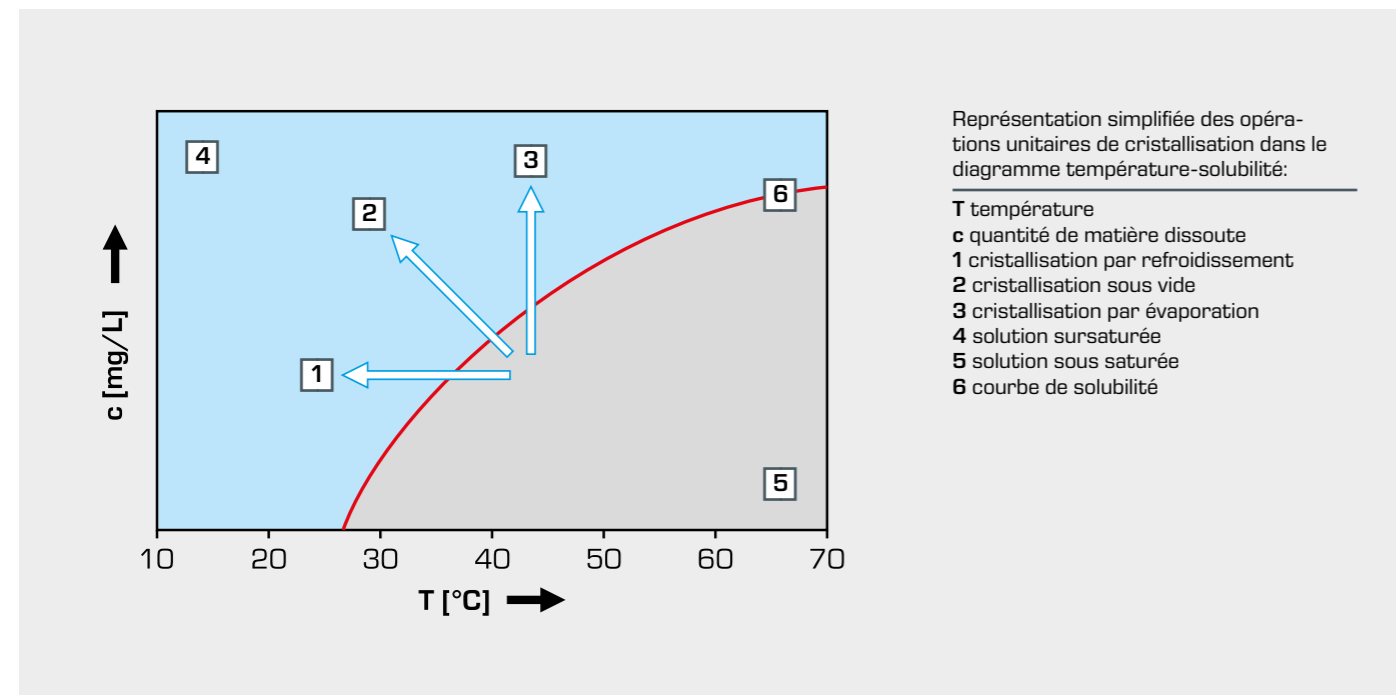


Connaissances de base

Cristallisation

La cristallisation est une opération unitaire du génie des procédés thermiques servant principalement à la séparation, au lavage mais aussi à la mise en forme des matières. La formation d'une nouvelle phase solide (cristallisé) est caractéristique de la cristallisation. Le cristallisé peut être créé à partir d'une solution, d'un bain fondu ou de vapeur. La plupart des applications en génie des procédés industriels et en génie chimique concerne la cristallisation à partir de phases liquides et en particulier à partir de solutions. La cristallisation à partir de solutions joue un rôle important dans la production de sucre, de sel de cuisine et d'engrais.

Un solvant (par ex. de l'eau) est capable de dissoudre à une température fixée une certaine quantité de matière (sel). Tant que la capacité d'absorption limite (concentration de saturation) du solvant en matière dissoute n'est pas atteinte, il n'y a qu'une seule phase liquide. Si la concentration de saturation est dépassée, la matière dissoute commence à cristalliser. Une deuxième phase, la phase solide, commence alors à apparaître: le cristallisé.



La cristallisation peut être obtenue par trois opérations unitaires:

■ Cristallisation par refroidissement

Lorsque la solubilité dépend fortement de la température, la concentration de saturation peut être dépassée par refroidissement.

■ Cristallisation par évaporation

Une partie du solvant est évaporée jusqu'à ce que la quantité de matière dissoute dans la solution résiduelle conduise au dépassement de la concentration de saturation. Cette opération unitaire est utilisée lorsque la solubilité ne dépend que faiblement de la température.

■ Cristallisation sous vide

Avec cette opération unitaire, une combinaison des effets susmentionnés est utilisée. Une partie de la solution s'évapore lors de la mise sous vide entraînant également son refroidissement. Étant donné que l'évaporation sous vide a lieu à basses températures, cette opération unitaire est avantageuse pour les matières thermo sensibles.

Connaissances de base

Procédés de séparation par membrane

En comparaison avec la filtration, les procédés de séparation par membrane permettent d'éliminer de l'eau des matières beaucoup plus petites (par exemple des virus et des ions dissous). Les différences de concentration et les différences de pression entre les deux côtés de la membrane peuvent par exemple constituer des forces motrices pour la séparation. Lors du traitement de l'eau, les procédés de séparation par membrane suivants sont utilisés:

Microfiltration

Ultrafiltration

Nanofiltration

Osmose inverse

L'osmose inverse

L'osmose inverse est particulièrement importante. Cette opération unitaire permet de produire une eau très pure. Cela s'avère nécessaire pour de nombreux procédés employés dans l'industrie. Le dessalement de l'eau de mer est un autre exemple d'application.

Pour comprendre l'osmose inverse, l'osmose doit d'abord être expliquée sous la forme d'un exemple (illustration). Deux solutions salines présentant des concentrations différentes sont séparées au moyen d'une membrane semi-perméable. La membrane est uniquement perméable à la molécule d'eau. Pour compenser les différences de concentration, l'eau s'écoule de gauche à droite à travers la membrane. La surface de l'eau monte sur le côté droit jusqu'à ce qu'un équilibre (équilibre osmotique) soit

La différence de pression, appelée pression transmembranaire, s'accroît dans l'ordre susmentionné. La limite de séparation, c'est-à-dire la taille des plus petites matières séparables, diminue dans le même temps. L'eau pure est appelée perméat, la partie retenue de l'eau brute est appelée rétentat.

établi. Les deux côtés de la membrane présentent désormais la même concentration saline. La différence de pression hydrostatique ainsi obtenue entre les deux côtés de la membrane est appelée pression osmotique.

Pour inverser le sens d'écoulement de l'eau (osmose inverse), la pression osmotique doit être dépassée. Pour cela, une pression supérieure à la pression osmotique doit être appliquée sur le côté droit de la membrane. L'eau s'écoule alors de droite à gauche à travers la membrane. Cela génère un rétentat sur le côté droit et un perméat sur le côté gauche. Dans les exemples d'application mentionnés, des pressions jusqu'à 100 bar sont nécessaires.

