

## **ADSORPTION SUR CHARBON ACTIF**

### **Description**

L'adsorption correspond au phénomène physique d'attraction moléculaire générée à la surface d'un corps solide micro poreux résultant des forces d'interaction moléculaires dites de Van der Waals. L'intensité de ces forces dépendant de la nature des molécules dans le milieu environnant, ceci constitue la base du mécanisme de séparation de certains composants d'un mélange donné.

Le produit le plus répandu à cet usage est le charbon actif en grains dont le mode d'activation lors de sa fabrication permet de disposer des qualités adaptées à chaque contaminant. Le taux de chargement varie de 10 à 25 % en masse sur base perdue et de 5 à 10 % sur base régénérable. Il faut cependant éviter de le « noyer » par un fonctionnement à humidité relative trop élevée car la capillarité de l'eau s'oppose ensuite à l'adsorption.

Le procédé continu comporte au moins 2 lits de charbon actif en mode de fonctionnement alterné. Un lit est en phase d'adsorption par filtration des effluents gazeux au travers du lit pendant que l'autre est en phase de régénération (désorption). Cette phase de régénération est classiquement scindée en 3 étapes successives :

- Régénération du lit saturé à la vapeur d'eau (entre 120 et 140°C) ou au gaz inerte chaud (entre 150 et 350°C)
- Condensation en phase liquide du mélange de vapeurs (eau et COV)
- Séparation eau - solvant par simple décantation pour les solvants insolubles dans l'eau ou stripping / distillation dans le cas contraire.

L'adsorption est généralement effectuée à une température comprise entre 20 et 35°C. Après passage de la vapeur pour la désorption, la charge de charbon actif est ventilée pour son séchage et son refroidissement pour un nouveau cycle d'adsorption.

La désorption à la vapeur est très répandue. Elle est surtout utilisée pour les COV non solubles, dont la séparation solvants - eau est facile. La désorption au gaz inerte chaud (azote) permet d'éviter les inconvénients dus à l'eau (COV solubles et risques de corrosion)

## Performances

Nature :

- Les plus utilisés : hydrocarbures : toluène, essence, hexane, les solvants chlorés...
- En chimie/ pharmacie : dichlorométhane
- Les possibles : acétone, MEK, éther éthylique, THF, CFC, CHFC ("Fréons").
- Difficilement adsorbables : éthanol, solvants de faible masse molaire

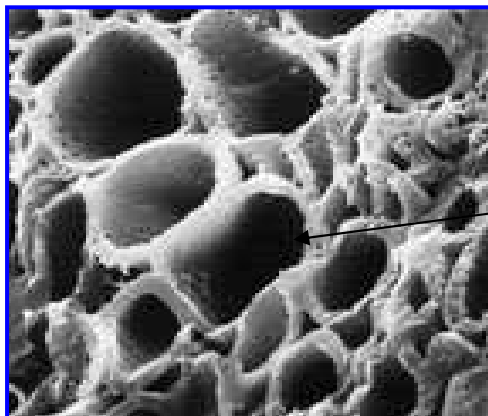
Concentration : de 1 à 40 g/Nm<sup>3</sup>  
Débit usuel : de 300 à 100 000 m<sup>3</sup>/h  
Rendement de captation : 95 % à 99,9 %  
Consommation de vapeur : entre 3 et 5 kg par kg de solvant récupéré.

## Avantages du procédé

- Procédé très efficace du fait de la surface d'échange élevée entre l'adsorbant et le fluide (élimination des solvants et désodorisation).
- Plage d'application assez vaste (débit, concentration et type de produit).
- Accepte les variations de flux.
- Permet le traitement des solvants chlorés.

## Limitations du procédé

- Certains composés engendrent des réactions de polymérisation (styrène, butène, formol, phénol, acrylonitrile ...) durant les phases de régénération.  
⇒ Blocage de la structure poreuse.
- Certains composés engendrent des réactions très exothermiques avec risques de points chauds (cétones).



Structure poreuse du charbon actif. Pour l'adsorption, la surface conseillée est de 1000 à 1300 m<sup>2</sup>/g.

## Paramètres fonctionnels

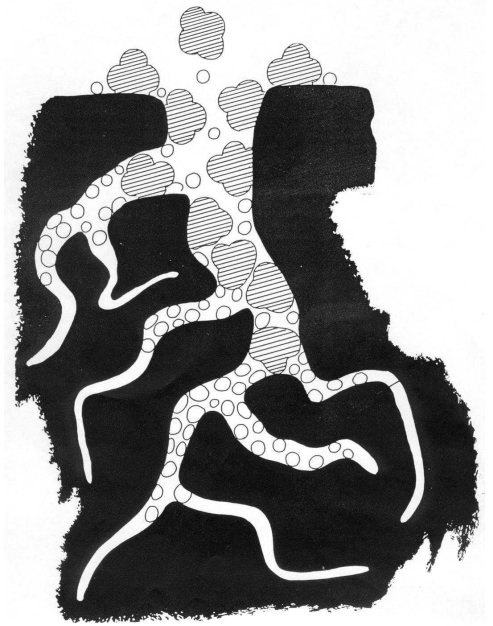
Les paramètres les plus importants influençant les caractéristiques des charbons actifs dans les applications en phase gazeuse sont :

### Pour le flux gazeux

- 1 – Débit
- 2 – Composition : nature et concentration des polluants
- 3 – Température
- 4 – Vitesse de passage
- 5 – Humidité relative du flux d'air ou de gaz.

### Pour le charbon

- 1 – Capacité d'adsorption :  
surface interne  
distribution poreuse
- 2 – Granulométrie :  
diamètre  
longueur
- 3 – Perte de charge
- 4 – Dureté



Pris ensemble, ces paramètres déterminent à la fois la capacité de chargement spécifique d'un charbon particulier et la vitesse d'adsorption.

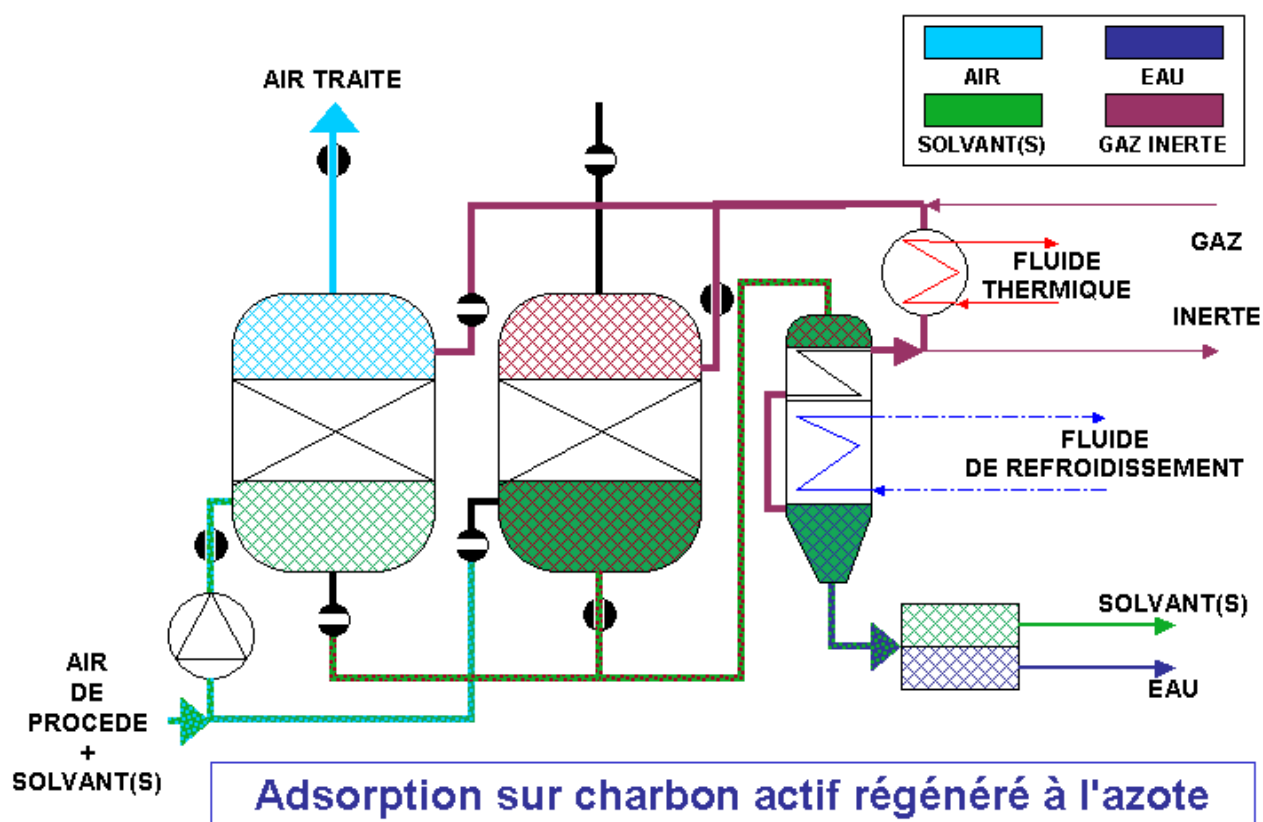
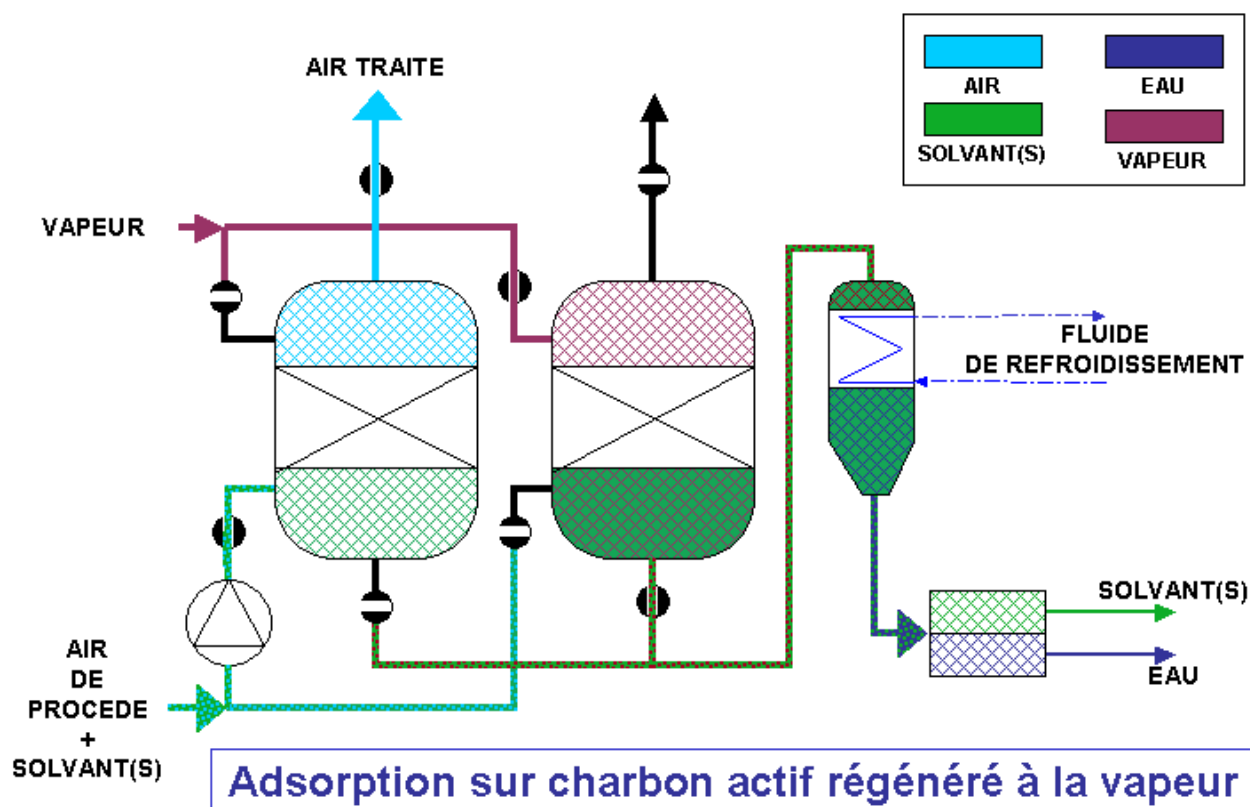
Cette vitesse d'adsorption est importante, non seulement dans les respirateurs, la purification d'air et la récupération de solvant, mais aussi dans les procédés catalytiques et dans les autres applications en phase gazeuse où le temps de contact est court.

## Conception de l'adsorbeur

La conception d'un adsorbeur en phase gazeuse découle des paramètres ci-dessus; on obtient en général avec les paramètres suivants :

- ◆ La vitesse de passage : de 0,05 à 0,4 m/s.
- ◆ Le temps de contact : de 2 à 10 secondes.
- ◆ Le choix du charbon : extrudé pour les applications avec régénération.
- ◆ La quantité de vapeur varie de 3 – 5 kg/kg de solvant récupéré.

## Schémas de procédé



## Skid charbon actif pour l'industrie agro-alimentaire

Débit : 400 Nm<sup>3</sup>/h

Solvant : Trichloroéthylène

Teneur en solvant : 15 – 25 g/Nm<sup>3</sup>

Matière adsorbants : Uranus

Montage en atelier



Intégration site client



## Skid charbon actif pour l'industrie chimique

Application : Traitement de réacteurs de sulfonation

Traitement du gaz process sur colonne de lavage à l'eau sodée pour éliminer

50 - 100 kg/h de SO<sub>2</sub>, puis adsorption du 1,2 DCE sur charbon actif – régénération vapeur.

Débit : 1000 Nm<sup>3</sup>/h

Solvant : 1,2 DCE

Teneur en solvant : 5 – 15 g/Nm<sup>3</sup>

Matière adsorbants : SMO 254







**Filtre charbon actif pour traiter des vapeurs de DCM**

Pour rappel, les autres techniques de traitement des COV

