

MANUEL DESCRIPTIF DE L'UNITE DE RECUPERATION DE CO2

[Document subtitle]

Sommaire

INTRODUCTION	2
FONCTIONNEMENT GENERAL	3
SEPARATEUR DE MOUSSE :	4
GAZOMETRE	5
LAVEUSE DE GAZ.....	6
COMPRESSEURS CO2	9
COLONES DE FILTRE AU CHARBON ACTIF/SECHAGE	10
CONDENSEUR CO2, RE-BOILER ET COLONNE DE STRIPPING	13
LA POMPE DE CO2	15
TANK DE STOCKAGE DE CO2	15
UNITE DE REFROIDISSEMENT	16
TOUR DE REFROIDISSEMENT :	18
EVAPORATEUR :	18
CONTRE PRESSION ET STATION DE REDUCTION DE PRESSION	20

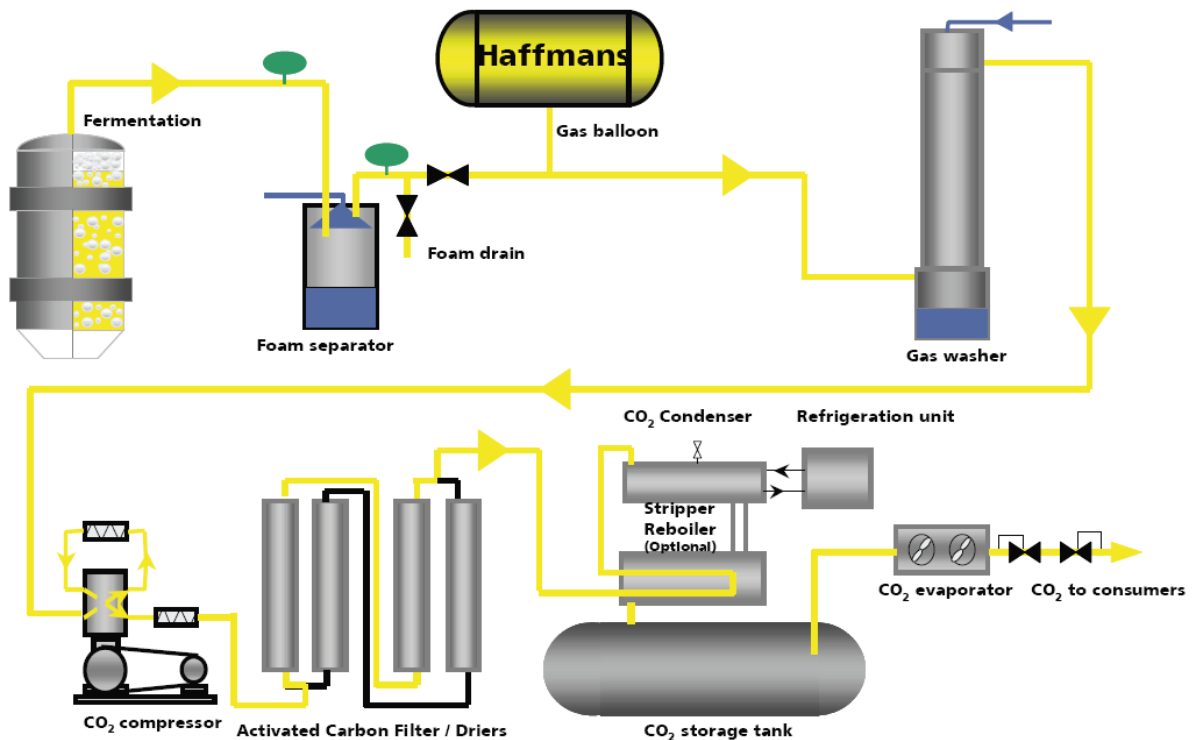
INTRODUCTION

Pour la production de bières de qualité, les brasseries utilisent plusieurs matières premières, dont l'eau, le malt, le houblon, la levure et le CO₂. Ce dernier a une large influence dans la bière, pas juste pour le rôle qu'il joue dans le goût, mais aussi parce qu'il contribue au positionnement du produit dans l'esprit du client. Le traitement, le contrôle et le dosage de CO₂ dans la bière sont d'une importance fondamentale, et sont totalement gérés par l'unité de récupération de CO₂ PENTAIR HAFFMANS. Cette unité produit jusqu'à 1000kg/h de CO₂ avec plus de 99.998% de pureté et moins de 5ppm de O₂, ceci dans le but de satisfaire les besoins de toute l'usine.

Le CO₂ produit est utilisé à la cave, à la siroperie, et aux chaînes d'embouteillage de bières et de boissons gazeuses.

Le présent document vous présentera l'unité de récupération de CO₂, son fonctionnement, ses différents éléments et leurs caractéristiques.

FUNCTIONNEMENT GENERAL



Vue d'ensemble de l'unité de récupération de CO₂

Les différents équipements de l'unité sont :

- Le séparateur de mousse
- Le gazomètre
- La laveuse de gaz
- Les compresseurs de CO₂
- Les colonnes de filtre de charbon actif/séchage
- Le reboiler et la colonne de stripping
- L'unité de refroidissement
- La tour de refroidissement
- L'unité de dosage
- Le tank de stockage de CO₂
- L'évaporateur
- La station de réduction de pression

Le CO₂ issu de la fermentation alcoolique de la bière est récupéré à la cave. Il arrive au séparateur de mousse, ici, la mousse sera séparée du CO₂. Ensuite, ce CO₂ ira dans le gazomètre, qui fonctionne comme une zone tampon de CO₂, afin d'éviter les multiples démarrages des compresseurs. Lorsque le gazomètre sera rempli à une certaine quantité (préalablement réglée), on aura le démarrage du compresseur CO₂. Le CO₂ ira alors à la laveuse de gaz. Cet équipement a pour rôle d'éliminer l'alcool et les différentes particules physiques du CO₂. Ensuite le gaz ira au compresseur, où il y'aura deux niveaux de compressions. Puis viendra le filtre de charbon actif (retirer l'odeur et le goût du CO₂) et la tour de séchage (sécher le gaz, afin d'enlever l'humidité). Après ces colonnes, le CO₂ sera liquéfié dans le condenseur grâce au glycol froid produit par l'unité de réfrigération. Les gaz non condensables séparés du CO₂ lors de la liquéfaction seront rejetés dans la colonne de stripping. Le CO₂ sera ensuite stocké à l'état liquide dans les tanks de stockage. Avant d'être utilisé, le CO₂ sera à nouveau rendu gazeux dans l'évaporateur, et sa pression sera réduite à la pression de service pour les différentes unités qui en ont besoin.

SEPARATEUR DE MOUSSE :



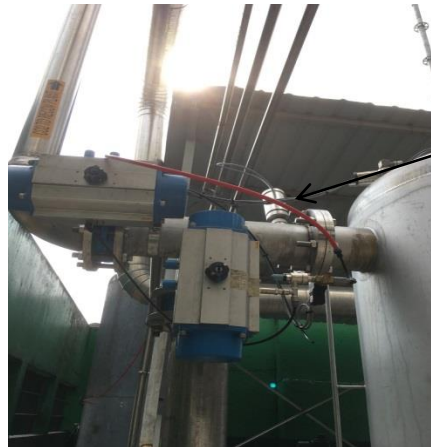
Le rôle du séparateur de mousse est de séparer la mousse du CO₂. Cette mousse provient de la cave, avec le CO₂, et pourrait endommager toute l'unité.

A l'entrée, un capteur de mousse indiquera s'il y'en a dans le CO₂. Si oui, la vanne d'eau sera activée et l'eau viendra nettoyer le CO₂.

Un capteur de O₂ à la sortie sera là pour contrôler la pureté du CO₂. Si on a plus de 2000ppm de O₂ (pureté du CO₂ < 99%), on aura l'arrêt automatique des compresseurs CO₂ jusqu'à ce qu'on rentre dans la pureté admissible.



Capteur de mousse



Capteur de O₂

GAZOMETRE



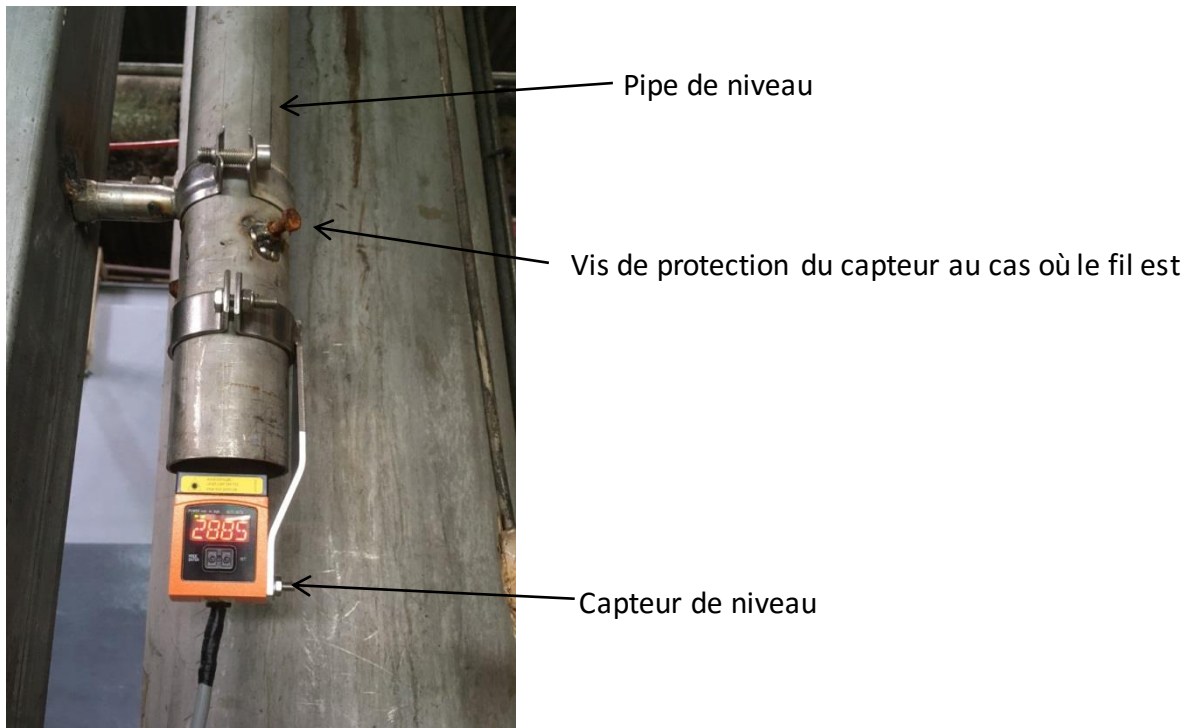
Il a pour rôle :

- De compenser la différence entre l'alimentation en CO₂ venant de la cave, et la capacité des deux compresseurs CO₂.
- De créer une zone tampon de CO₂, afin d'éviter les démarrages et arrêts répétitifs des compresseurs

Le gazomètre est muni d'un capteur de niveau, qui donne le niveau de remplissage du ballon sur l'écran. Il fonctionne avec un contrepoids. Lorsque le ballon se remplit, le contrepoids descend, et lorsqu'il se vide le contrepoids monte.

Le niveau du ballon est calculé par le laser 4-20mA du capteur, qui mesure la distance entre le fond du pipe de niveau et le contrepoids.

Le pourcentage de remplissage du ballon permettant de lancer/stopper chacun des deux compresseurs est réglé sur l'écran HMI.



LAVEUSE DE GAZ



Le rôle de la laveuse de gaz est d'enlever du CO₂ les impuretés qui peuvent être dissoutes dans l'eau.

La laveuse de gaz est en inox, et est remplie par un matériaux en inox permettant une grande surface de contact avec le gaz. Dans la laveuse de gaz, on a l'élimination de 99.75% d'éthanol. La laveuse de gaz est muni d'une protection pour la surpression et la souspression.

La vanne d'alimentation en eau s'ouvre environ 30s avant le démarrage du compresseur CO₂, pour s'assurer que la colonne soit déjà humide lors de l'arrivée du gaz. On a la présence d'un régulateur de pression pour maintenir la pression de l'eau dans la colonne entre 1.5 et 2 bars.

La vanne d'alimentation en eau est automatique, et régule le flow d'eau en fonction de la capacité de CO₂ compressée. On a environ 1l d'eau par kg de CO₂. Cette vanne se ferme lorsque le compresseur de CO₂ s'arrête. On a un échangeur de température permettant de maintenir la température de l'eau de la colonne entre 15°C et 20°C.



Vanne de régulation d'eau



Débitmètre d'eau



Pipe de déversement de l'eau

Vanne d'admission de CO₂

Cette vanne ne doit jamais être fermée, sinon il y a risque que le dispositif de protection contre les surpressions ne fonctionne pas bien, et conduise à l'explosion du ballon.



IMPORTANT : Pour le nettoyage de la laveuse de gaz, la vanne d'admission de CO₂ doit être fermée.

Néanmoins, il faut préalablement s'assurer qu'il n'y a pas admission du CO₂ dans le ballon pendant cette période. Toutes les vannes d'admission du CO₂ à l'entrée de l'unité devront être fermées, le cas échéant le ballon risquerait d'exploser.

COMPRESSEURS CO₂



On dispose de deux compresseurs CO₂ sur l'unité, pouvant fonctionner en parallèle en fonction de l'alimentation de la cave. La capacité de fonctionnement des compresseurs est réglée par une vanne qui peut s'ouvrir à 50% ou 100%, en fonction du niveau de remplissage des ballons et des réglages dans l'écran de contrôle.

Leur rôle est de comprimer le CO₂ venant de la laveuse de gaz à une pression entre 17 et 19 bars (pression à l'admission : 1 bar), avant que celui-ci n'entre dans le filtre à charbon actif.

La compression s'effectue en deux étapes. Lorsque le CO₂ vient de la laveuse de gaz, il est comprimé à une pression comprise entre 3 et 3.5 bars. Ensuite, le CO₂ ira à l'inter cooler où il sera refroidi par de l'eau froide, jusqu'à atteindre une température comprise entre 30 et 40°C. Ce CO₂ ira alors au deuxième étage de compression, où il sera comprimé jusqu'à une pression comprise entre 17 et 19 bars. Il sera ensuite refroidi dans l'after cooler pour avoir une température comprise entre 12 et 15°C.

Après chaque refroidissement, les condensats seront automatiquement drainés lorsqu'un niveau maximum sera détecté.

Description des arrêts et démarrages des compresseurs :

- La mise en marche du système se fait en fonction des réglages et du niveau de remplissage du ballon
- La vanne de réglage de l'ouverture s'ouvre en fonction du niveau du ballon

- La pompe de refroidissement se met en marche et la vanne d'admission d'eau froide s'ouvre
- La vanne de relâchement de la pression se ferme
- Après que les compresseurs soient alimentés, le pourcentage de la vanne d'ouverture sera fonction du niveau de remplissage des ballons
- L'arrêt du compresseur se fait si le ballon est vide ou si l'alarme est déclenchée
- Le moteur du compresseur s'arrête et la vanne de relâchement de pression s'ouvre automatiquement
- Après un délai, la pompe de refroidissement s'arrête et la vanne d'admission d'eau froide se ferme
- Le compresseur est à l'arrêt et attend un nouveau démarrage

COLONES DE FILTRE AU CHARBON ACTIF/SECHAGE



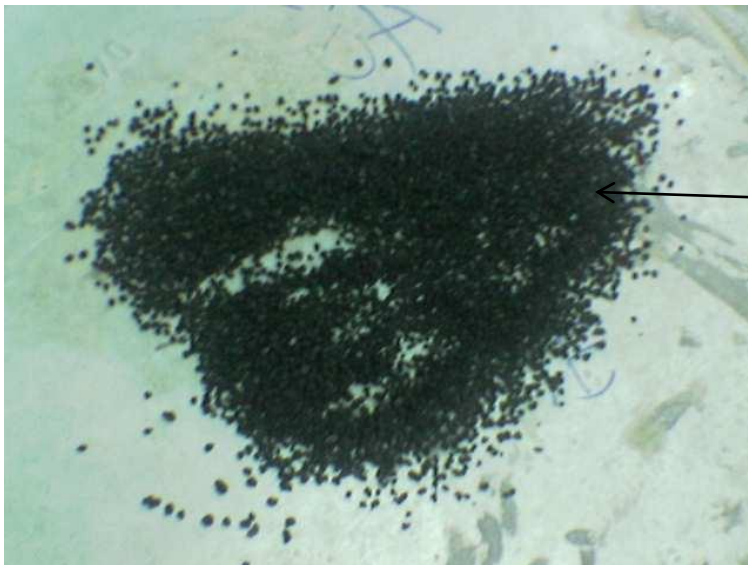
Le système est conçu pour un fonctionnement à l'intérieur. On a deux colonnes de filtres au charbon actif et deux colonnes de séchage. Ainsi, une colonne de filtre au charbon actif et une

de séchage sont toujours en fonctionnement pendant que les deux autres sont en « régénération » ;

Le principe de fonctionnement des colonnes de filtre au charbon actif/séchage est basé sur l'absorption. La matière absorbante retient les impuretés et la moisissure qui doit être retirée du co₂ et lorsque la capacité d'absorption est atteinte (12heures), la colonne doit être régénérée. Le passage du CO₂ dans l'absorbant pendant qu'il est en même temps chauffé permet la régénération de la colonne ACF ou de séchage. Après l'étape de chauffage, l'absorbant va être refroidi pendant que le co₂ sera réutilisé dans les colonnes en fonctionnement. Après le refroidissement, les colonnes seront ensuite lentement pressurisées et mises en standby jusqu'à ce que les colonnes en fonctionnement passent en régénération. Les opérations des colonnes de filtre au charbon actif/ séchage sont entièrement automatiques.

Description des colonnes :

- Enlever les impuretés qui n'ont pas encore été enlevées du CO₂ dans la laveuse de gaz, en utilisant les charbons actifs (H₂S, DMS, Ester) ;
- Ce charbon actif est utilisé sur un grande surface de contact ; il permet aussi d'éliminer l'odeur et le goût du CO₂
- Sécher 100% de l'eu de saturation du co₂ avec le dessicant (sorbead)
- Séparer les particules poussiéreuses dans le filtre



Charbons actifs

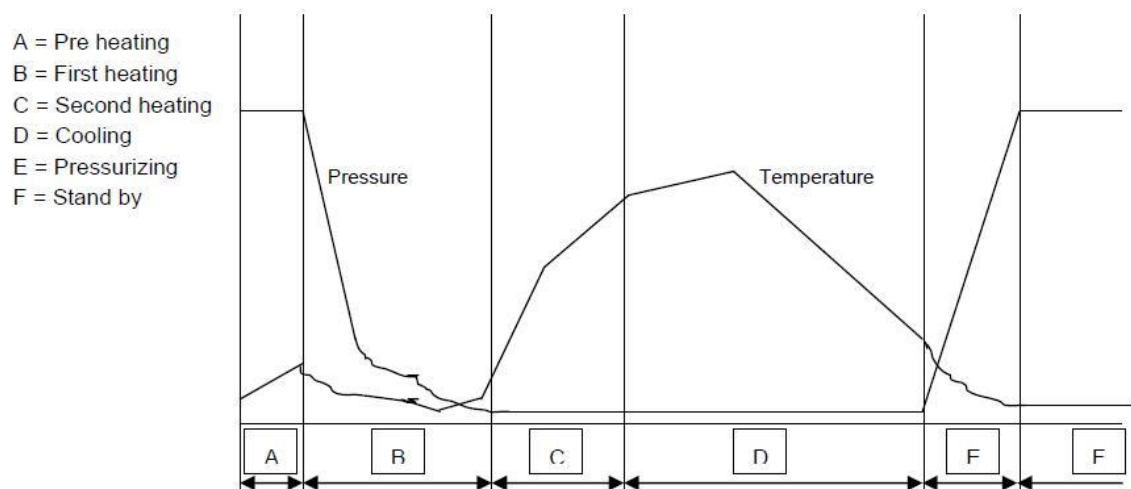


UNITÉ DE RECUPERATION DE CO₂

Sorbead



Filtres



Evolution de la température et pression dans les colonnes pendant la régénération

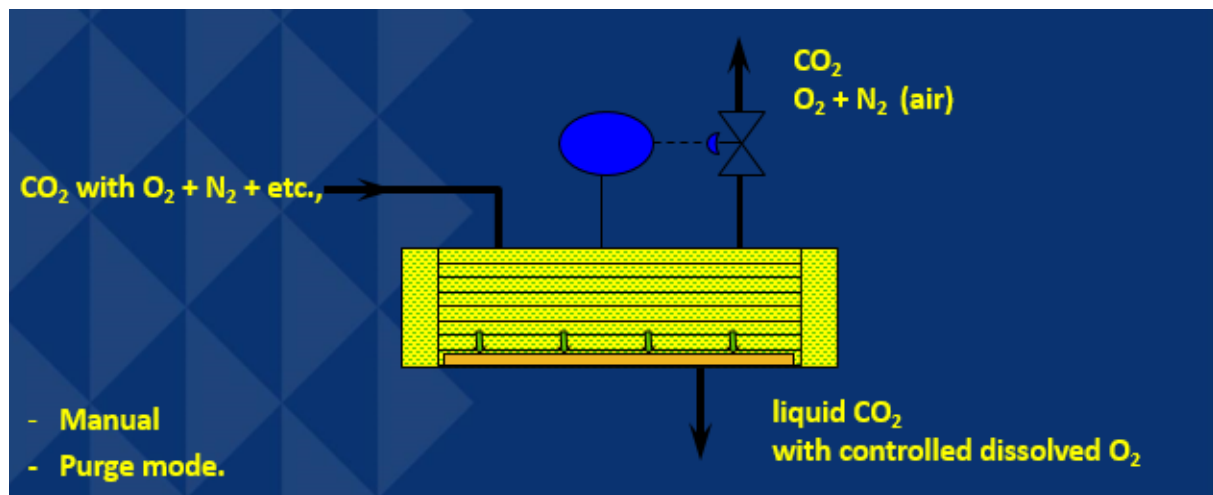
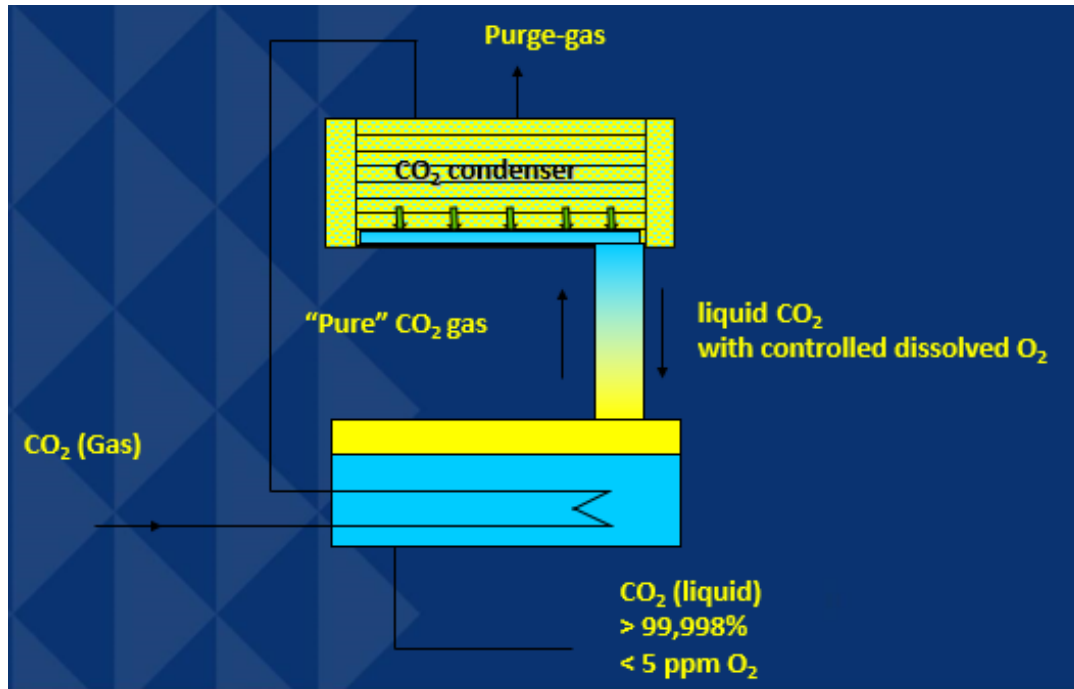
CONDENSEUR CO₂, RE-BOILER ET COLONNE DE STRIPPING



Principe :

Le but est de purifier le CO₂ à plus de 99.998% (<5ppm de O₂). Le CO₂ gazeux venant des colonnes précédentes est conduit au re-boiler pour l'échange de chaleur. Il sera alors refroidi (de 15°C à -15°C) avant d'aller vers le condenseur. Cet échange d'énergie est utile pour les gaz de stripping produits.

Une fois sa température abaissée, le CO₂ ira dans le condenseur, où il y'aura échange de chaleur avec le glycol du circuit de refroidissement, le CO₂ sera alors liquéfié (à 17.5 bar et -24°C, point le plus économique). Ici, certaines impuretés contenues dans le CO₂ vont alors restées sous l'état gazeux. Sous l'effet de la gravité, le CO₂ va tomber dans la colonne de stripping et là, par l'effet des gaz de stripping, les gaz non-condensables seront évacués du CO₂ liquide. Le CO₂ liquide purifié sera alors collecté dans le re-boiler, puis il sera envoyé au tank de stockage par la pompe cO₂.



LA POMPE DE CO2



La pompe de CO₂ est utilisée pour le transport du CO₂ liquide du re-boiler vers le tank de stockage de CO₂. Elle démarre automatiquement quand le niveau de remplissage de re-boiler est de 75%, et s'arrête quand il atteint 50%.

TANK DE STOCKAGE DE CO2



Il a une capacité de stockage de 43 240kg, néanmoins, pour des raisons de sécurité, le remplissage maximum devra avoisiner 90% de cette valeur (il faut toujours de l'espace pour le CO₂ gazeux au-dessus du tank).

Description :

- Le tank de stockage est relié à l'unité de refroidissement de l'unité
- Quand la pression dans le tank augmente, l'unité de refroidissement va automatiquement se mettre en marche pour baisser cette pression, en liquéfiant le CO₂ gazeux au-dessus dans le tank
- Dès que le niveau maximum de remplissage du tank est atteint, les compresseurs CO₂ vont s'arrêter pour éviter un débordement
- Les compresseurs CO₂ pourront ensuite redémarrer dès que ce niveau aura baissé

UNITE DE REFROIDISSEMENT





PRINCIPE DE REFROIDISSEMENT

Au départ, on a un compresseur à vis, qui est lié à un variateur de vitesse afin de réguler sa production en fonction des besoins, sans cesse variant de l'unité. Il va comprimer le fluide frigorigène (NH₃) jusqu'à environ 15 bars (pression à l'admission : 1 bar). On aura de l'huile pour permettre la lubrification. Le NH₃ comprimé à une haute pression ira alors au condenseur, qui va le liquéfier à une température moyenne ; puis l'ammoniac ira vers le détendeur (celui-ci est avec une balle flottante à haute pression). Lorsque le NH₃ va traverser ce détendeur, il sera alors à pression et température basse. C'est juste ainsi que l'échange de température nécessaire dans l'évaporateur sera possible pour liquéfier le CO₂.

TOUR DE REFROIDISSEMENT :



La tour de refroidissement est composée d'un ventilateur, d'un moteur et d'une unité de dosage.

Elle a pour but de refroidir l'eau, ce qui sera utilisé dans les autres équipements de l'unité. Le démarrage et l'arrêt de la tour sont automatiques, en fonction des besoins de l'usine (elle se met en marche quand l'unité est en fonctionnement, et s'arrête 300 secondes après son arrêt);

On a la présence d'une unité de dosage pour le traitement de cette eau (elle n'est pas encore active).

EVAPORATEUR :

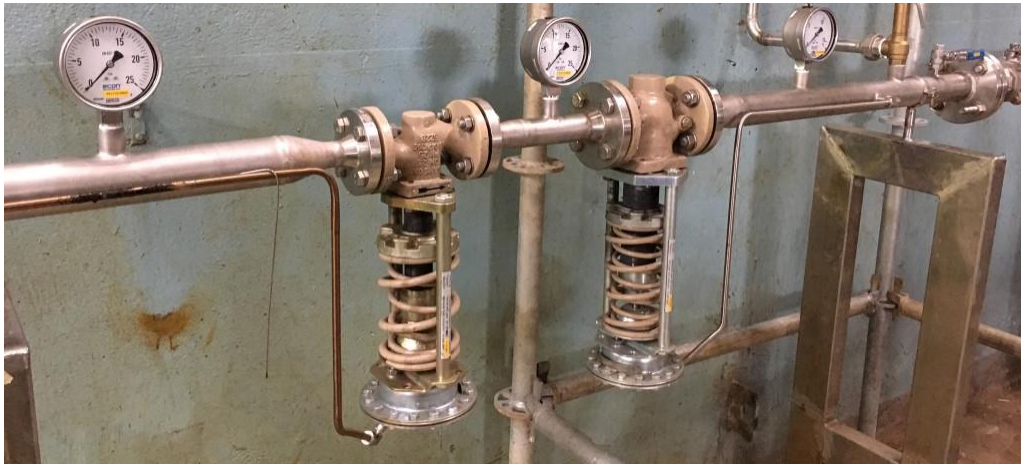


- Il permet de rendre gazeux le CO₂ liquide contenu dans le tank de stockage avant de l'envoyer vers les unités qui en ont besoin
- Il fonctionne en utilisant l'air ambiant pour évaporer ce CO₂, et est muni de deux circuits séparés, pour assurer une alimentation continue de l'usine (à cause de la formation de glace dans les surfaces d'échanges de chaleur) : un circuit est en opération pendant que l'autre est en dégel (alternance chaque 5 minutes). Lorsque la température du CO₂ à la sortie sera trop basse (<5°C), à cause d'un long fonctionnement, les deux circuits vont s'arrêter et se mettre en dégel.



Circuits d'admission
de CO₂ dans l'évaporateur

CONTRE PRESSION ET STATION DE REDUCTION DE PRESSION



Station de réduction de pression :

- Permet de maintenir une certaine pression dans le tank de stockage : quand la pression dans le tank va en deçà de 6.2 bars, le CO₂ pourrait se transformer en glace, ce qui n'est pas bien pour le tank.
- Le système va limiter la pression dans le tank à une pression souhaitée par les unités de consommation : la vanne de réduction va maintenir la pression et va s'ouvrir lorsque la pression au niveau du point de consommation va baisser (et vice versa).

Contre pression :

- Cette station permet de maintenir la pression dans le système avant la station de réduction, pour éviter une baisse trop forte de la pression à cause par exemple d'une consommation continue aux différents points alors que le tank est vide
- La valeur de cette contre pression est environ de 12 bars.