

EAUX DE PROCESS ELIMINATION DES GAZ DISSOUS

Henri LUGAN – HMS Consulting

Les deux principaux gaz que l'on doit éliminer (en fait réduire au niveau le plus bas possible) sont L'OXYGENE (O₂) et le DIOXYDE DE CARBONE (CO₂).

Quatre types de procédés peuvent être mis en œuvre :

- La REDUCTION CHIMIQUE.
- Le dégazage à froid ATMOSPHERIQUE ou stripping.
- Le dégazage à froid SOUS-VIDE
- Le dégazage THERMIQUE

REDUCTION CHIMIQUE

Pour l'oxygène, il s'agit essentiellement de réduction à base de Métabisulfite de Sodium (Na₂S₂O₅) ou de Bisulfite de Sodium (HNaSO₃). Toutefois cette réduction chimique est très peu employée en tant que traitement principal, elle est utilisée en tant que finition derrière un dégazage physique afin d'arriver à une élimination totale.

Quant au dioxyde de carbone, généralement présent sous forme d'acide carbonique, c'est plutôt une neutralisation à la soude caustique qui est pratiquée.

DEGAZAGE PHYSIQUE

Que ce dégazage soit atmosphérique, sous vide ou thermique, il procède toujours du même principe général. L'élimination physique des gaz dissous O₂ ou CO₂ présents dans l'eau repose principalement sur la loi de Henry : « La quantité de gaz dissous dans un liquide est directement proportionnelle à la pression partielle de ce gaz dans l'atmosphère surmontant le liquide »

Selon la loi de Henry, l'élimination d'un gaz dissous dans un liquide, exige que l'atmosphère environnante ne contienne qu'une très faible quantité de ce gaz. Si le procédé est continu, l'atmosphère gazeuse qui surmonte le liquide doit donc être renouvelée en continu

Le mécanisme de dégazage, repose également sur des facteurs fonction de la température comme la solubilité des gaz dans le liquide et la viscosité de ce dernier, ainsi que des lois de Mariotte, Gay Lussac, Dalton, ... relatives aux gaz parfaits.

Le dégazage physique, est la somme de deux effets : Un premier effet de séparation mécanique par pulvérisation et un second effet de diffusion gazeuse.

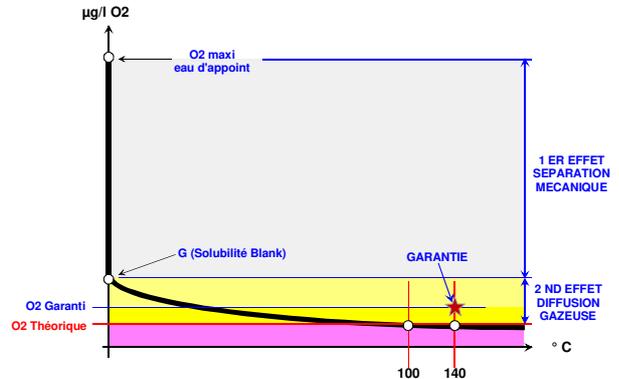


Fig.1 – Principe du dégazage physique

La figure 1 ci-dessus montre le dégazage en deux effets dans une séparation thermique d'oxygène. Le premier effet dit effet mécanique est une pulvérisation fine qui permet d'éliminer quasi instantanément plus de 90% du gaz. La valeur atteinte s'appelle la Solubilité « Blank », dans le cas de l'oxygène, quel que soit le niveau de départ, elle se situe entre 750 et 800 µg/l. Le second effet de diffusion gazeuse transfère le gaz résiduel dans l'atmosphère de gaz propre, ici de la vapeur d'eau. Les trois types de dégazeurs énumérés ci-après fonctionnent sur le même mode de séparation en deux effets, seule l'atmosphère qui surmonte le liquide à dégazer diffère.

DEGAZAGE ATMOSPHERIQUE

L'eau à dégazer (élimination de CO₂) est pulvérisée en partie haute d'une colonne chargée d'une masse de contact (anneaux Pall ou anneaux Raschig) reposant sur un plateau support. Un fort courant d'air (environ 900 à 1000 Nm³/h par m²) est envoyé à contre-courant.

La pulvérisation réalise le premier effet de dégazage, le garnissage fractionne le flux liquide tombant, et le courant d'air capte par diffusion le CO₂ restant et strippe tout le gaz séparé en partie haute vers l'atmosphère.

Cette application qui s'opère à froid est surtout utilisée en déminéralisation totale par échange d'ions en aval d'un échangeur cationique, ou bien en aval d'une osmose inverse, afin d'éliminer le CO₂ produit par la dissociation des bicarbonates. Ce procédé atmosphérique provoque une rupture de charge dans le cheminement du fluide, qu'il faut en général remettre en pression par pompage.

Les valeurs de CO₂ résiduel obtenues en sortie de dégazeur sont de 10 à 12 mg/l.



Fig. 2 – Dégazeur atmosphérique 155 m3/h. Au premier plan le ventilateur d'insufflation d'air, en partie haute le dévésiculateur (séparateur de gouttelettes)

Le dégazage atmosphérique est aussi utilisé sur des traitements d'eau potable, pour éliminer du CO₂ en excès ou bien de l'hydrogène sulfuré H₂S. Parfois l'excédent d'air de stripping est aussi utilisé pour oxyder le fer ferreux non complexé qui pourrait être présent.

DEGAZAGE SOUS VIDE

Ce procédé est aussi un procédé à froid, il est surtout utilisé pour le dégazage du dioxyde de carbone, mais aussi pour le dégazage d'oxygène lorsque le procédé industriel exige de travailler en basse température. Les principales applications sont des applications agro-alimentaires, à savoir les eaux minérales carbogazeuses pour le dioxyde de carbone, et la désaération de l'eau de préparation de la bière pour l'oxygène.

Le dégazeur sous vide se présente sous la forme d'une colonne cylindrique verticale avec une configuration interne assez proche de celle d'un dégazeur atmosphérique : pulvérisation en partie haute et masse de contact sur plateau support. Ici la colonne est fermée, et le ventilateur d'insufflation d'air est remplacé par un système de pompe à vide. Le gaz à éliminer est ainsi extrait du liquide par l'atmosphère gazeuse sous vide.

La valeur résiduelle de CO₂ en sortie est fonction de la valeur de vide. Sur un dégazage d'oxygène, des valeurs inférieures à 20 à 100 µg/l sont couramment atteintes.



Fig. 3 – Installation de traitement d'une eau minérale Carbo-gazeuse. Le dégazeur sous vide est la première colonne à gauche (© Christ AG)

DEGAZAGE THERMIQUE

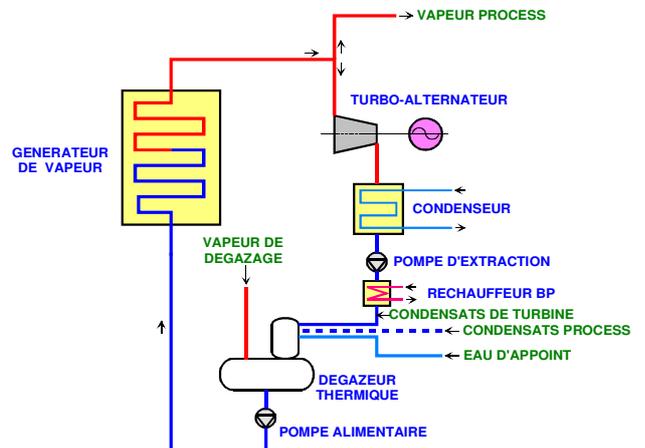


Fig.4 – Circuit Eau-Vapeur dans une centrale électrique (© HMSC)

Le dégazage thermique s'utilise dans les circuits eau-vapeur d'un générateur de vapeur, le but étant essentiellement d'éliminer l'oxygène et de servir de bête alimentaire au système. La température de travail est selon les cas comprise entre 105 et 140 °C, le fluide de réchauffage, de dégazage et de stripping est la vapeur d'eau. La figure 4 ci-dessus montre le positionnement du dégazeur dans le circuit eau-vapeur. Selon que les régimes de travail sont constants ou variables, la pulvérisation (premier étage de séparation) s'opérera soit par des pulvérisateurs fixes tourbillonnants, soit par des tuyères à ressorts à débit variable. La masse de contact dans la tour de dégazage sera constituée soit de plateaux soit d'un garnissage métallique. Un léger excédent de vapeur permet de ventiler l'oxygène séparé à l'atmosphère.

Le débit d'eau d'appoint est régulé afin de maintenir un niveau constant dans la bêche alimentaire, les retours de condensats sont aussi redirigés vers la tour de dégazage. L'apport de vapeur est régulé afin de maintenir une température constante dans l'enceinte de dégazage.



Fig.5 – Ensemble Tour de dégazage thermique sur bêche alimentaire

Les valeurs courantes d'oxygène résiduel obtenues sont comprises entre 5 et 20 µg/l. Les valeurs très basses ne sont pas toujours atteignables car cela dépend également du programme thermodynamique du dégazeur et donc de l'efficacité de la diffusion gazeuse aux basses teneurs en oxygène.

Pour des applications simples, ou bien lorsque les hauteurs de bâtiment ne permettent pas d'installer une tour de dégazage, il est possible d'utiliser des modules de dégazage par atomisation (fig. 6). Ces modules sont limités en taille à un débit de l'ordre de 30 à 35 T/h, toute fois on peut associer jusqu'à trois modules en parallèle sur une bêche alimentaire.

Ce type de dégazage ne fonctionne pas sur des programmes de séparation à faible différence de température entrée-sortie. Il faut des consommations de vapeurs suffisamment représentatives pour les mettre en œuvre.



Fig.6 – Module d'atomisation 30 T/h

Le dégazage thermique est en général complété par un conditionnement chimique au bisulfite de sodium afin de réduire totalement l'oxygène résiduel. Il est aussi pratiqué une injection d'amines afin de traiter les réseaux de condensats. Bien souvent en lieu et place de ces produits basiques, des produits élaborés plus performants sont utilisés.

Photos : © HMSC (HMS Consulting) sauf indications contraires

Maquette graphique et Edition : A2E