

La technique du process

- Inertage
- Pressurisation



Les déverseurs se sont imposés au début des années 80 lors de l'introduction du RPL (Règlement sur la Pureté de l'Air/LRV: Luft-Reinhalte-Verordnung) en Suisse et de la mise en application de la "TA-Luft" en Allemagne.



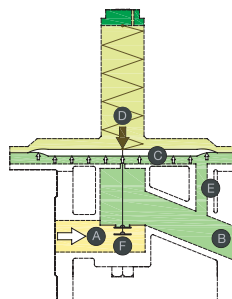
Inertage à l'aide d'un détendeur monté en ligne et un déverseur monté en équerre.

Dans beaucoup de domaines où l'on traite et stocke des produits ou des liquides en discontinu (service batch), un inertage ou une pressurisation est effectué.

L'industrie chimique et pharmaceutique a très vite compris, que le simple balayage avec de l'azote n'était pas efficace. Grâce à la pressurisation réglée à l'aide de détendeurs et de déverseurs les coûts et les pollutions ont pu être réduits de façon importante.

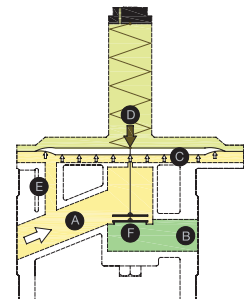
Fonctionnement du détendeur

Les détendeurs à ressort sont des "régulateurs relatifs" qui maintiennent la pression aval "B" constante. La valeur de consigne est donnée par le ressort situé dans le tube. En position de repos, le détendeur est ouvert. S'il y a une pression en amont "A", le fluide passe par le siège "F" ouvert vers la sortie aval et par le tube de drainage "E" sous la membrane "C". Cette action continue jusqu'à ce que la pression aval "B" exerce une force sur la membrane "C" plus grande que la force pré réglée du ressort "D". La membrane se déplace vers le haut puis ferme le siège "F". Si la pression aval "B" tombe, suite à une consommation ou pour une autre raison, la force du ressort "D" repousse la membrane vers le bas, le siège "F" s'ouvre et alimente de nouveau en gaz jusqu'à ce que la force du ressort "D" par la pression sous la membrane "C" ferme le siège.



Fonctionnement du déverseur

Les déverseurs à ressort sont des "régulateurs relatifs" qui maintiennent la pression amont "A" constante. La valeur de consigne est donnée par le ressort situé dans le tube. En position de repos, le déverseur est fermé. S'il y a une pression en amont "A", le fluide passe par le tube de drainage "E" sous la membrane "C". La force de la membrane "C" s'équilibre avec la force pré réglée du ressort "D". Si la force de la membrane est supérieure à la force du ressort, le siège "F" s'ouvre et le gaz passe par le siège dans la partie aval "B". Par la chute de la pression amont "A", la force de la membrane "C" devient alors plus faible que la force du ressort "D" et ferme le siège "F" de manière à être étanche. La partie aval "B" peut être atmosphérique ou en dépression, la dépression augmente la capacité du déverseur.



A quoi sert l'inertage/la pressurisation?

1. Protection contre les explosions

Extrait de l'ATEX 137:

Toutes les mesures prises pour empêcher la formation d'une atmosphère explosive sont supérieures à toutes autres mesures contre les explosions.

En remplaçant un volume gazeux standard par un volume gazeux inerte (une substance inerte est peu réactive et ne réagit pas à l'intérieure du système) l'on évite la formation d'une atmosphère explosive.

2. Réduction des zones selon ATEX

Définition des zones selon ATEX 137

ZONE 0

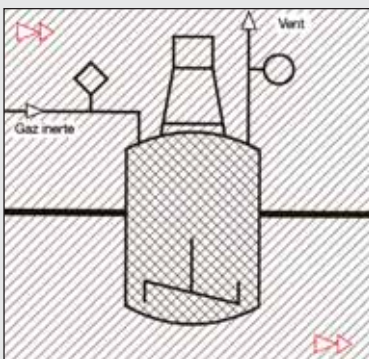
Domaine où, existe pendant de longues périodes, une atmosphère explosive sous forme de mélange d'oxygène et de gaz inflammables, de vapeurs ou de brouillards.

ZONE 1

Domaine où, lors d'une exploitation ordinaire, se forme une atmosphère explosive sous forme de mélange d'oxygène et de gaz inflammables, de vapeurs ou de brouillards.

ZONE 2

Domaine où, lors d'une exploitation ordinaire, il ne se forme pas ou que très brièvement une atmosphère explosive sous forme de mélange d'oxygène et de gaz inflammables, de vapeurs ou de brouillards.



Selon la SUVA, la transition de la zone 0 vers la zone 1 dans la construction d'appareils est possible à condition d'appliquer un inertage contrôlé.

(Littérature : Protection contre les explosions Principes Consignes Zones, No Commande: 2153d, suvaPro, Ch-6002 Lucerne)



3. Protection contre l'oxydation

L'oxygène en contact avec d'autres matières peut déclencher une réaction ou provoquer une oxydation. En remplaçant le mélange d'oxygène par un gaz inerte, la formation d'une atmosphère oxydante est évitée. Pour valider les conditions de base, il faut créer des conditions reproductibles.

4. Protection contre la contamination

Une surpressurisation protège le produit contre la contamination de l'extérieur. La pressurisation négative empêche la contamination des alentours par les produits du process.

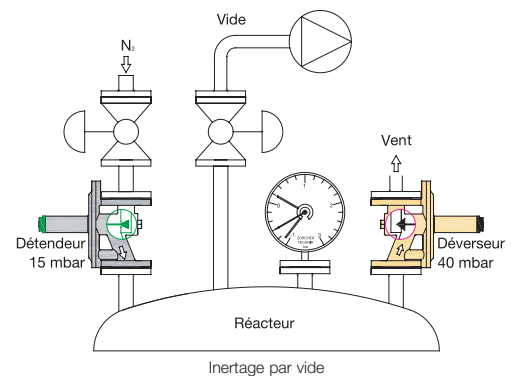
Inertage

Les réacteurs travaillent en discontinu selon le service "Batch" et seront arrêtés à la fin de la chargement, puis nettoyés par trou d'homme. Ceci exige une inertisation (échange de gaz) avant un redémarrage du process.

Inertage par vide:

Un inertage est le remplacement d'un volume gazeux standard par un volume gazeux inerte. A l'aide d'une pompe à vide le volume est aspiré à 80% (pression restante 200 mbar abs). Il ne reste plus que 20% des molécules d'oxygène dans la cuve. Le volume manquant sera remplacé par de l'azote. Ce cycle sera continu (dilution de 1:5 par cycle) jusqu'à l'obtention du résultat d'oxygène demandée.

Si la cuve supporte la pression, nous pouvons effectuer un inertage par la surpression (au lieu du vide).



Inertage par pression:

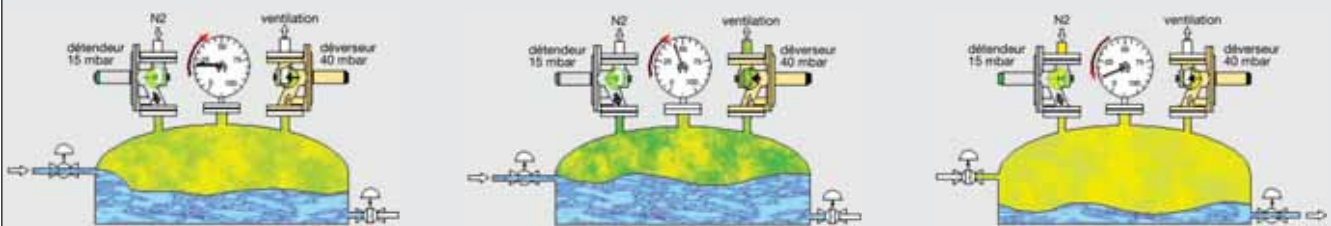
A l'aide d'un gaz inerte, on augmente la pression dans le réacteur jusqu'à un 1 bar, pour ensuite la réduire à l'atmosphère. Par ce process le volume d'oxygène est réduit dans le rapport de 1:2 à chaque cycle d'inertage. En augmentant la pression à 2 bars, le rapport de dilution sera de 1:3, etc. Une fois le réacteur inerte et prêt au démarrage du process, les déverseurs et les détendeurs différentiels passeront du cycle d'inertage à celui de la pressurisation.

Pourquoi pressuriser?

Pour une pressurisation optimale il nous faut deux régulateurs. Un détendeur pour le remplacement du volume par de l'azote (aspiration) et un déverseur pour décharger le volume de remplissage (respiration). La pressurisation se fait en général entre 10 et 50 mbar, afin de réduire la consommation du gaz inerte.

Le but de toute pressurisation consiste à maintenir un état inerte dans le réacteur pendant tout le process de fabrication.

Pressurisation:



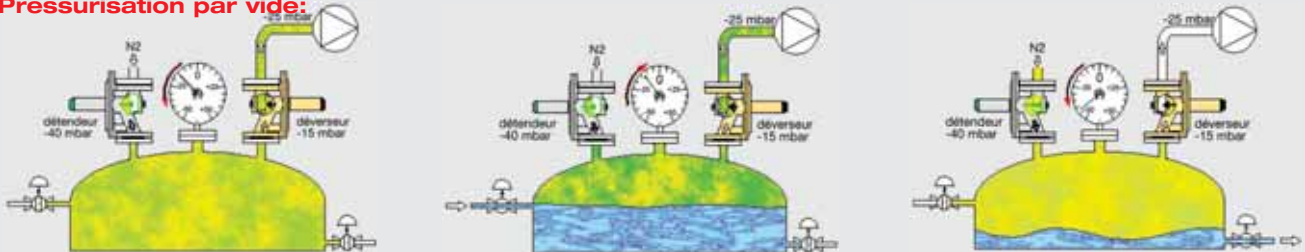
Le réacteur inerte est alimenté avec le produit. La pression intérieure augmente par rapport au niveau.

Si la pression dans le réacteur dépasse les 40 mbar suite à une augmentation du niveau ou de la température, le déverseur décharge vers le système d'évacuation.

Lorsque le réacteur refroidit ou qu'il est vidé, la pression baisse. Si la pression nécessaire au process dépasse la limite inférieure des 15 mbar, alors le détendeur injecte de l'azote jusqu'à ce que la pression atteigne de nouveau 15 mbar.

Si le réacteur est réchauffé ou rempli, les régulateurs alimenteront ou déchargeront automatiquement dans le régime de pressurisation.

Pressurisation par vide:



Le ventilateur évacue le réacteur à l'aide du déverseur basse pression. Une fois la valeur demandée de -15 mbar atteinte, le déverseur de dépression ferme.

Si la dépression dans le réacteur tombe suite à une baisse du niveau ou de la température sous les -15 mbar (p.ex. -12 mbar), le déverseur de dépression évacue de nouveau vers le système d'évacuation jusqu'à atteindre -15 mbar.

Lorsque le réacteur refroidit ou qu'il est vidé, la dépression augmente. Si la valeur réglée au détendeur de dépression dépasse les -40 mbar (p.ex. -43 mbar), alors celui-ci aspirera de l'azote jusqu'à ce que la pression du process atteigne de nouveau -40 mbar.

Si le réacteur est réchauffé ou rempli, les régulateurs alimenteront ou déchargeront automatiquement dans le régime de pressurisation.

Cuves à stockage, collecteurs

Les cuves à stockage, les collecteurs ou de simples récipients travaillent généralement en continu, c'est pourquoi ils ne sont que pressurisés. Après un certain temps, l'inertage s'engage automatiquement.

Centrifugeuses

Les centrifugeuses ne résistent souvent ni au vide ni à la pression (ce qui est dû à leur construction). S'il faut quand même les inertiser et pressuriser, on emploiera la méthode du balayage par pression. Et pour obtenir un inertage optimale, il ne faut pas procéder en continu mais de manière pulsatoire.

Pressurisation sous dépression ou surpression

Lorsqu'on veut éviter une entrée d'oxygène dans le process (p.ex. avec des dissolvants), il faut pressuriser en surpression. Pour empêcher une fuite des gaz du processus (p.ex. avec des fluide toxique), il faut pressuriser en dépression.

Optimiser les coûts des gaz d'inertage

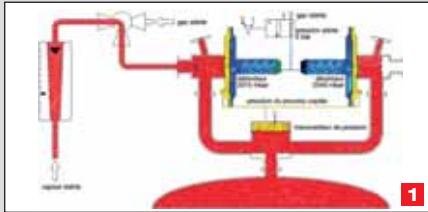
Les process pré-réglés sur le régulateur doivent être écartés le plus possible les uns des autres, afin d'obtenir une large marge de pression sans consommation de gaz. Une consommation d'azote minimisée réduit les coûts de manière importante.

- Réduction au strict minimum des coûts d'approvisionnement en azote
- Réduction au strict minimum des pertes de produit par le système d'évacuation
- Réduction au strict minimum du traitement des évacuations

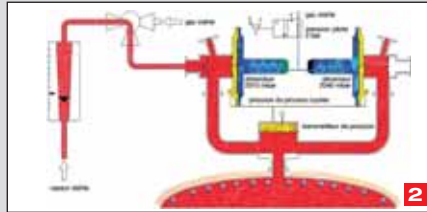
Pressurisation dans la technique de stérilisation

S'il faut stériliser un réacteur, il faut monter deux régulateurs différentiels (détendeur et déverseur) et un transmetteur de pression. De plus on ajoutera un indicateur de débit et un système de réglage.

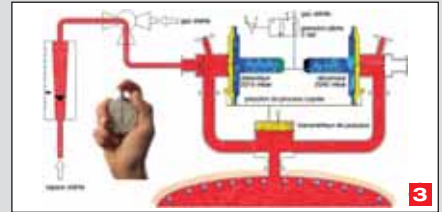
Stérilisation et pressurisation:



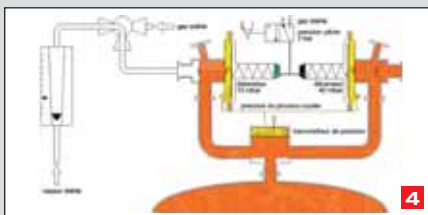
Le réacteur stérile est rempli par une vapeur stérilisée qui passe par le détendeur différentiel ouvert. Les deux régulateurs sont sollicités par une pression pilote de 2 bars, le détendeur est réglé à 15 mbar, le déverseur à 40 mbar.



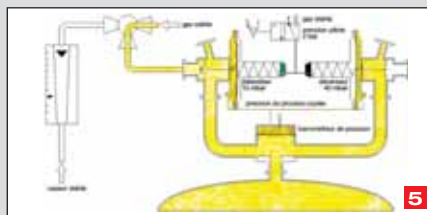
La pression et la température dans le réacteur stérile ont atteint en tout endroit la valeur voulue (pression de vapeur saturée de 2 bars à 133°C). Le débit de vapeur se réduit à la quantité nécessaire pour maintenir la pression ou à compenser la perte de température due à la radiation. **Pression du process 2015 mbar.**



L'indicateur de débit signale à la commande du process le commencement du temps de stérilisation. **Pression du process 2015 mbar.**



A la fin du temps d'arrêt la pression pilote (2 mbar) et la vapeur stérile sont coupées. Le déverseur détend la pression de la vapeur, le process de production peut maintenant commencer. **Pression du process 40 mbar.**



Le réglage change de la vapeur stérile au gaz stérile, les régulateurs passent à la pressurisation et maintiennent le réacteur pendant tout le process en état stérilisé. **Pression du process 15-40 mbar.**

Avantages d'une stérilisation avec des détendeurs basse pression stérile

- Stérilisation sans poche froide
- Réduction au strict minimum du temps de stérilisation
- Réduction au strict minimum de la consommation de vapeur stérile
- Ne nécessite aucun équipement supplémentaire

Régulateur de stérilisation



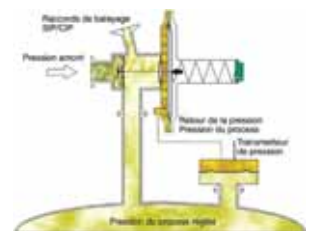
Caractères distinctifs du Régulateur de stérilisation

- Ecoulement à 100%
- Zone nulle de contamination
- Surfaces électropolies
- Matériaux conformes aux normes FDA
- Raccords de balayage SIP/CIP
- Pression sécurisée jusqu'à 4 bars
- Résiste au vide

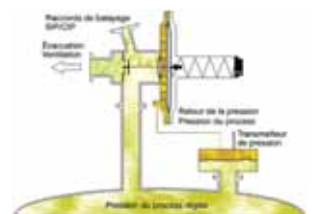


Fonctionnement des régulateurs de basse pression stériles

Contrairement à l'emploi des régulateurs de pression conventionnels il faut pour les régulateurs basse pression stériles une séparation entre l'espace du process et celui de la régulation. Ceci se fait par une membrane supplémentaire entre la monture du siège/cône et celui de la boîte membrane inférieure. De plus il faut un applicateur de pression de 1:1, afin que la pression du process soit dirigée sous la membrane. Avec les régulateurs de pression conventionnels le retour de la pression sous la membrane se fait à l'aide d'un tuyau de drainage. Humidité ou fluides peuvent se déposer sur le plateau de la membrane. Afin d'éviter sûrement une telle contamination, l'on sépare dans les régulateurs stériles l'espace du process (monture siège/cône) de celui du réglage (boîte membrane). Cette séparation permet une construction stérile de l'intérieur du régulateur. Cette construction permet un écoulement, un nettoyage et une stérilisation du régulateur à 100%.



Détendeur stérile



Déverseur stérile

Last but not least, les régulateurs basse pression ZÜRCHER-TECHNIK sont construits et montés en suisse. Nous misons sur le site de production suisse, sur notre compétitivité et sur notre savoir faire prépondérant.

Daniel Jäggi / Walter Schawalder

