

cas
client
01

Inertage de flacons de principe actif pharmaceutique

Contexte

Notre client vient d'obtenir un nouveau marché pour lequel il doit conditionner en flacon en verre, un principe actif pharmaceutique liquide, sensible à l'oxygène. Pour en garantir l'efficacité, son client lui impose, dans un cahier des charges, une teneur en oxygène dans le ciel gazeux du flacon inférieure ou égale à 2% après bouchonnage.

Problématique

La ligne de conditionnement automatique utilisée pour le remplissage des flacons est déjà équipée d'un système d'inertage, un tunnel avec injection d'azote avant fermeture de l'emballage. Le principe d'injection en place ne permet pas d'atteindre la teneur souhaitée pour ce type de conditionnement. Le client a testé plusieurs modifications sans succès. Il nous contacte pour optimiser la situation.

4 tailles de flacon
différentes

4 zones d'inertage sur la
ligne de conditionnement

≤ 2% oxygène
résiduel



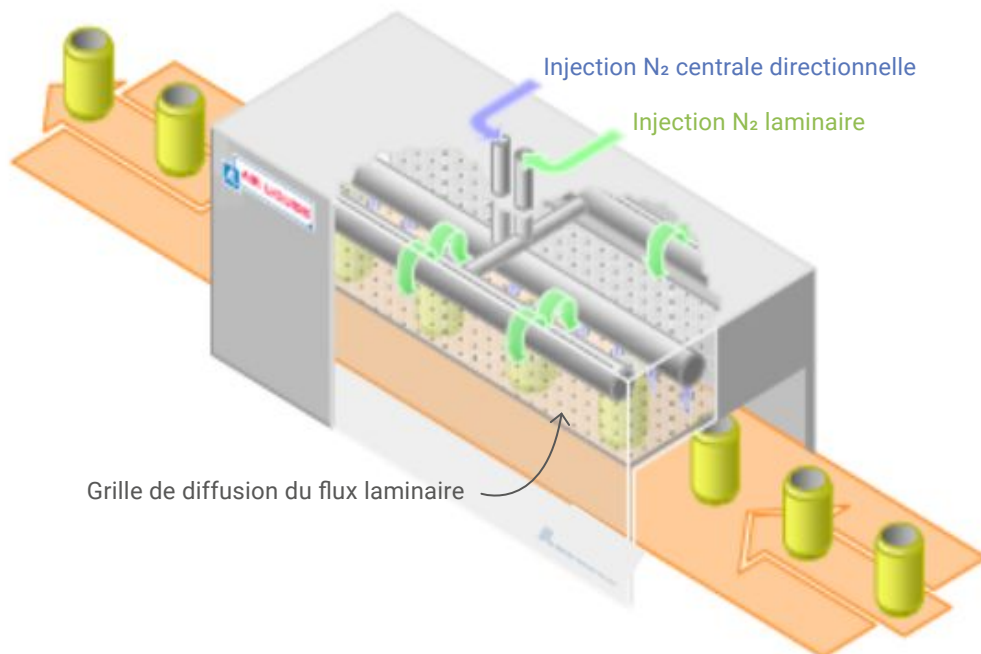
Solution d'Air Liquide

Notre spécialiste des applications "Atmosphères Gazeuses" s'est rendu sur site pour comprendre le procédé de production et notamment la ligne de conditionnement avec son système d'injection d'azote en place.

Après discussion, il a été détecté que le bouchon en lui-même avait un volume mort proche du volume du ciel gazeux, et suffisamment conséquent pour le polluer après fermeture.

Par ailleurs, la répartition des trous d'injection dans le tunnel, ainsi que leur diamètre, n'étaient pas adaptés à la nouvelle configuration du conditionnement, notamment la position du bouchon.

Exemple de ligne de conditionnement avec capot d'inertage à l'azote



Grâce à un logiciel de calcul breveté, notre expert a pu définir une **solution d'injection avec flux laminaire et directionnel** (capot d'inertage) pour chasser l'air du ciel gazeux pendant le trajet des flacons entre le remplissage et le bouchonnage.

Le système de purge du volume mort a été conçu en mettant en œuvre des **jets directionnels** aux débits et pressions réglés sur place au démarrage.

Pour répondre aux exigences réglementaires et qualité du secteur pharmaceutique, l'azote utilisé est **un azote de qualité pharmaceutique Phargalis™ 1**.

La quantité de gaz nécessaire, dépendant de la cadence de production et du volume des ciels gazeux à inerte, a nécessité la mise en place d'un stockage d'azote liquide, mis à disposition sur le site du client. Un évaporateur ainsi qu'un réseau de distribution acheminent l'azote gazeux jusqu'aux points d'injection sur la ligne de conditionnement.

Résultats

La teneur de l'oxygène résiduel de l'atmosphère du ciel gazeux prélevé dans les flacons est effectivement inférieure à 2%.
L'objectif qualité du cahier des charges demandé est respecté.

Optimisation future : Pour un produit liquide, il est important de prendre en compte la teneur en oxygène dissous dans le produit.
Celui-ci peut en effet altérer les propriétés des principes actifs, ingrédients, arômes...

Si le produit n'est pas désoxygéné, il peut être intéressant de le désoxygéner en amont dans le process.
Il faut ensuite s'assurer qu'il n'y a pas de reprise en oxygène par contact avec de l'air pendant le conditionnement, notamment lors du remplissage des flacons.

cas
client
02

Inertage d'huiles essentielles

Contexte

Notre client utilise dans son procédé, des huiles essentielles à forte valeur ajoutée, très sensibles l'oxygène. Pour la mise au point de nouveaux produits, il dispose dans son laboratoire, d'un stock d'huiles essentielles en petits contenants dans lesquelles sont prélevées régulièrement de très petites quantités.

Le client nous consulte pour mettre en place un système simple et "universel", pour protéger ses huiles essentielles de l'oxydation, assurer une longue durée de conservation et une qualité irréprochable à ses produits finis.

Problématique

Les contenants sont des estagnons en aluminium et des bidons en plastique, de tailles multiples (10 cl à 20 litres) et avec des ouvertures de col de diamètres différents de 25 à 50 mm. Leur inertage à partir d'une installation fixe est peu pratique et coûteuse.

L'oxydation des huiles entraîne une perte de parfums et d'efficacité des principes actifs, ce qui limite la durée de conservation et occasionne des pertes de produits finis.

6 tailles de flacons
différentes

10 cl à 20 litres
Volumes des contenants

≤ 2% oxygène
résiduel



Solution d'Air Liquide

Notre spécialiste s'est rendu sur le site du client pour identifier le volume des récipients, le diamètre des cols et leur répartition sur le site.

Il a proposé de réaliser un inertage à l'azote par l'intermédiaire d'un système **breveté QUICK INERT**. Le système consiste en un bouchon conique, mobile avec injection gaz intégrée **s'adaptant à des cols de diamètre de 20 à 70 mm**.

Quick Inert Inox



Valise de stokage et de transport



Le client peut inertiser un premier récipient, le refermer et le remettre en stock puis repositionner le QUICK INERT sur un deuxième contenant et ainsi de suite.

L'opérateur injecte le gaz d'inertage par une gâchette marche / arrêt intégrée au bouchon conique lui-même connecté à une bouteille d'azote de 10 m³ via un détendeur débitmètre et un flexible, fournis dans le kit QUICK INERT.

Résultats

L'inertage manuel des récipients est facilité. Un seul équipement QUICK INERT suffit à inertiser les différents récipients du client quelques soient leur volume et diamètre de cols et ce, avec une teneur en oxygène résiduelle inférieure à 2% pour chacun.

En effet, le QUICK INERT contrôle aussi la teneur en oxygène résiduel dans le ciel gazeux pendant l'inertage.

Le volume de gaz injecté est alors optimisé et la teneur en oxygène résiduelle maîtrisée.

L'utilisation ne nécessite pas de formation ni d'habilitation spécifiques ce qui répond au besoin de simplicité attendue par le client.

cas
client
03

Inertage de boissons aromatisées et vitaminées

Contexte

Notre client produit et conditionne des eaux aromatisées en bouteilles de différentes contenances. Pour offrir à ses clients des boissons naturelles et saines, il travaille sa formulation et souhaite diminuer sa liste d'ingrédients et additifs en l'occurrence les antioxydants.

Problématique

La présence d'oxygène dans l'environnement du produit consomme une partie des arômes et des vitamines présentes dans la boisson. Pour pallier la perte de goût et de vitamines constatée, notre client est obligé d'en augmenter les quantités dans sa formulation.

Il nous consulte pour voir comment résoudre ce problème pour revenir aux quantités nécessaires et suffisantes des ingrédients dans ses eaux aromatisées et vitaminées.

90 m³/h
Débit d'eau



Diminution
d'usage d'additifs

≤ 2 ppm oxygène
résiduel

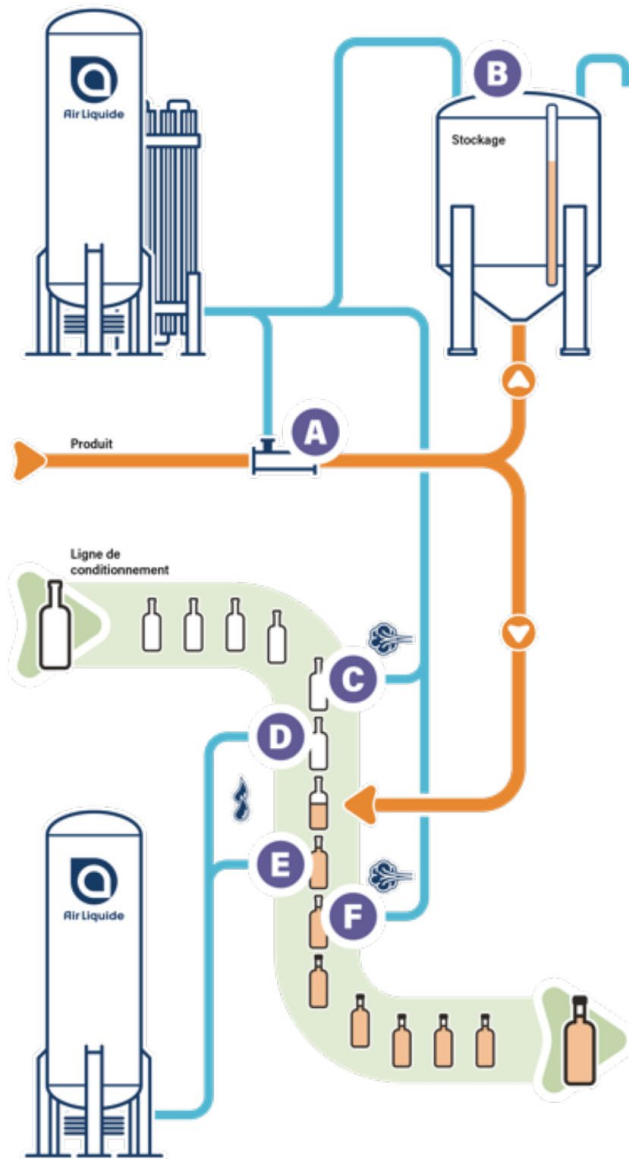


Solution d'Air Liquide

Notre expert s'est rendu sur le site client pour comprendre et analyser le phénomène sur l'ensemble de la ligne de production et d'embouteillage.

Il a expliqué que l'inertage du ciel gazeux des bouteilles ne sera vraisemblablement pas suffisant pour garantir une bonne conservation des arômes et vitamines et qu'il faudra **aussi diminuer la teneur en oxygène dissous dans l'eau** des boissons.

Schéma de principe de gestion de l'oxygène dans une ligne de production de boissons



- A. Système de désoxygénation en ligne
- B. Système d'inertage ou de transfert sous pression
- C. Azote gazeux pour système de pré-inertage
- D. Azote liquide pour système de pré-inertage
- E. Azote liquide pour pressurisation de la bouteille
- F. Azote gazeux pour inertage de l'espace de tête

En effet, une eau à 20°C à pression atmosphérique contient naturellement environ 9 ppm d'oxygène dissous. Quoique l'on fasse au niveau de l'inertage du ciel gazeux, ces 9 ppm seront consommés en partie par les ingrédients de la formulation, entraînant leur dégradation.

En étroite collaboration avec le client, notre expert a mené des **tests de formulation et de vieillissement** pour définir la teneur maximale d'oxygène acceptable dans l'eau. Une teneur cible de **2 ppm** a été définie comme objectif. La teneur maximale en oxygène dans le ciel gazeux de la bouteille a ensuite été calculée pour atteindre l'équilibre avec l'oxygène dissous, selon les principes de la loi de Henry.

Un système de désoxygénation de l'eau a été mis en place pour atteindre les 2 ppm d'oxygène dissous, en amont de la ligne de production avant ajout des arômes et vitamines. Il s'agit d'un mélangeur statique avec injection d'azote, inséré directement sur la ligne d'alimentation en eau de la chaîne de production.

Pour éviter que l'eau désoxygénée ne reprenne ensuite en **oxygène**, différents points d'injection d'**azote gazeux** ont été identifiés et raccordés sur la ligne de production.

Pour assurer l'inertage du ciel gazeux des bouteilles remplies, un **système de capot** a été conçu au poste de conditionnement, pour s'adapter parfaitement aux emballages et à la cadence de la chaîne d'embouteillage.

Un **stockage d'azote liquide alimentaire**, ALIGAL™ 1, a été installé sur le site. Un vaporiseur atmosphérique, les éléments de sécurité et de pression ainsi qu'un réseau de distribution acheminent le gaz vers les différents points d'injection.

Afin d'assurer la **sécurité des opérateurs** (risque d'anoxie), des points de détection d'oxygène ont été mis en place dans l'atelier de production.

Résultats

La désoxygénation et l'inertage ont permis de diminuer l'utilisation des quantités d'arômes et vitamines tout en conservant les caractéristiques organoleptiques de la boisson finale.

cas
client
04

Inertage d'huile d'olive extra vierge

Contexte

Notre client produit, embouteille et commercialise de l'huile d'olive extra vierge. Proposant un produit premium, il souhaite s'assurer d'une parfaite conservation de son produit dans le temps et notamment de maintenir ses propriétés sensorielles et nutritionnelles stables. Cela lui permettra de garantir la durée de conservation (DDM - date de durabilité minimale) à ses clients de la grande distribution.

Problématique

Notre client a identifié que les dégradations sur son produit étaient liées à des phénomènes d'oxydation. Dans son procédé de fabrication, le contact avec l'oxygène de l'air pendant les phases de mélange, stockage et embouteillage de l'huile d'olive extra vierge provoque dans le temps des réactions d'oxydation, responsables de la dégradation de la qualité du produit, de l'apparition de goûts amers, impactant sa durée de conservation.

Notre client a demandé l'accompagnement des experts Air Liquide pour la mise en œuvre d'une solution d'inertage efficace.



Augmentation de la durée de conservation



Diminution des frictions dans le mélange

2

mis en œuvre différentes de l'azote (gazeux et liquide)



Solution d'Air Liquide

Notre spécialiste s'est rendu sur le site client et a analysé la chaîne de production, du broyage jusqu'au conditionnement. Il a pu constater que l'huile étaient en contact avec l'oxygène à de nombreux endroits du procédé. Il a donc proposé une démarche de protection du produit à toutes les étapes après filtration de l'huile d'olive.

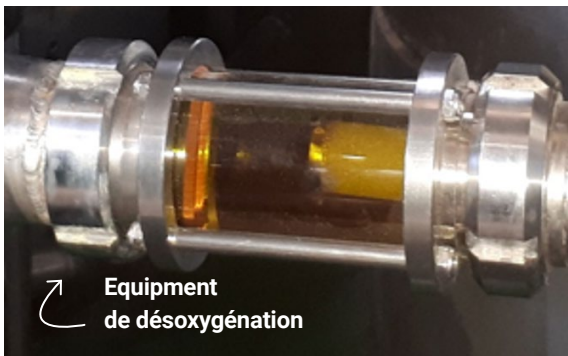
INERTAGE QUALITÉ DES PRODUITS

1. Pour la **phase d'homogénéisation et de mélange**, une canne d'injection d'azote a été mise en place. Elle est dotée de trous d'injection sur toute sa longueur pour créer un mouvement dans le liquide. Cette solution a l'avantage d'éviter l'utilisation des mélangeurs mécaniques et donc d'éviter les frictions. De plus, l'azote injecté traverse le produit jusqu'en partie haute du ciel gazeux du mélangeur évitant ainsi un contact avec de l'air.



Canne d' injection azote

2. **Après homogénéisation**, pour transférer l'huile vers sa cuve de stockage, **un équipement de désoxygénation en ligne a été installé** pour enlever la majorité de l'oxygène dissous présent dans l'huile.



Equipment de désoxygénation

3. Pour le **stockage**, un **système d'inertage** spécialement conçu pour répondre aux caractéristiques de la cuve, a été installé.
L'injection d'azote s'adapte automatiquement aux besoins lors des étapes de remplissage et de soutirage afin de respecter les pressions maximum et minimum de résistance de la cuve.

4. Pour la **phase d'embouteillage**, le système d'inertage choisi est **un système de dosage d'azote liquide de précision**. Il permet d'introduire une goutte d'azote liquide à la surface de l'huile avant la fermeture de la bouteille. À son contact l'azote se vaporise instantanément créant une atmosphère gazeuse neutre, protectrice. Lors de cette étape, le client, le fabricant du système d'injection d'azote liquide et l'équipe d'ingénierie Air Liquide ont collaboré étroitement pour définir parfaitement les réglages de l'installation et la mise en œuvre du système complet.



Exemple de l'effet de l'évaporation d'une goutte d'azote liquide déposée dans une bouteille contenant un liquide alimentaire avant fermeture.

Résultats

Avec un inertage et une désoxygénation maîtrisés sur l'ensemble des étapes du process, notre client a pu stabiliser la qualité de son produit. Il a atteint son objectif en termes de durée de conservation grâce à une diminution des oxydations de son produit, mesurée par sa teneur en peroxydes.

cas
client
05

Inertage dans la production de gel hydroalcoolique

Contexte

Notre client, industriel de la cosmétique, souhaite modifier sa ligne de fabrication pour produire du gel hydroalcoolique et répondre à la demande durant la pandémie de la COVID-19.

Problématique

La production de gel hydroalcoolique nécessite le stockage et la mise en œuvre d'alcool (éthanol), hautement inflammable. Le client a besoin de protéger 3 cuves de capacités différentes, 2 cuves de matières premières et 1 cuve de mélange.

Il nous consulte pour des raisons de sécurité, pour concevoir une installation d'inertage et protéger ses cuves des risques d'explosion (volume confiné).



Diminution des risques d'explosion des installations



Augmentation de la protection des opérateurs

$\leq 4\%$

oxygène résiduel

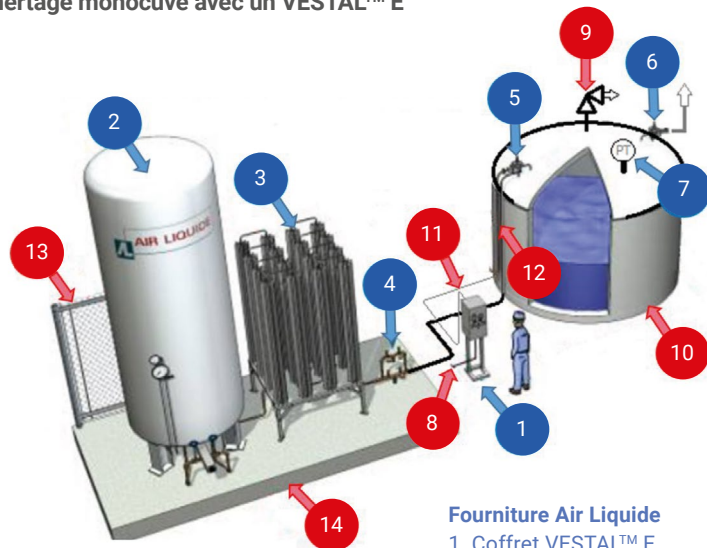


Solution d'Air Liquide

Après des premiers échanges et une visite sur site, notre expert a proposé un système d'inertage sécurité à l'azote. La valeur cible de l'oxygène résiduel à atteindre dans le ciel gazeux des cuves, pour les sécuriser a été définie à 4%.

L'objectif principal est de maintenir automatiquement une légère surpression dans la cuve pour éviter la contamination par l'oxygène (pollution à l'air) du produit stocké et ceci pendant toutes les phases du process.

Inertage monocuve avec un VESTAL™ E



Fourniture Air Liquide

1. Coffret VESTAL™ E
2. Stockage Azote Liquide
3. Réchauffeur atmosphérique
4. Régulation de pression (Détendeur)
5. Vanne d'injection Azote
6. Vanne d'évent cuve
7. Transmetteur de pression

Fourniture Client

8. Alimentation électrique
9. Soupape de sécurité
10. Cuve
11. Réseau pilotage pneumatique
12. Réseau d'injection azote
13. Clôture de protection (dalle source N₂)
14. Génie civil (dalle source N₂)



Le système proposé prévoit une panoplie d'injection d'azote pour qu'il soit délivré de manière continue ou par intermittence de manière à maintenir le seuil de pression fixé dans chaque cuve. En parallèle, une ligne d'évent des cuves est installée pour évacuer les surpressions pendant la fabrication.

Les variations de pression dans les cuves peuvent avoir en effet plusieurs origines :

1. Le **soutirage** de produit crée une dépression dans la cuve. Un débit d'azote est alors injecté pour compenser cette baisse de pression et rester à la pression de réglage cible.
2. A l'inverse, le **remplissage** de produit crée une surpression. Pour la limiter, l'injection d'azote sera fermée et la vanne d'évent sera ouverte afin de revenir à la pression cible.
3. **La respiration naturelle des cuves** : en fonction des variations de la température ambiante et de la pression atmosphérique, la pression de la cuve évolue dans le temps. En fonction de ces variations, le système gèrera l'ouverture

et la fermeture des vannes d'admission et d'évent pour rester à la pression cible.

4. **L'étanchéité partielle de la cuve** : la présence de fuites éventuelles engendre une consommation d'azote supplémentaire proportionnelle au taux de fuite.

L'installation d'azote proposée et installée par Air Liquide comprend :

- **La source d'azote liée à la consommation** : l'azote est livré dans un réservoir isolé sous vide, mis à disposition chez le client. Il est équipé d'un système de vaporisation atmosphérique et d'une télémétrie pour un suivi du niveau à distance par le service de livraison Air Liquide afin d'assurer une continuité de fourniture.
- **Le système d'inertage** comprenant le coffret de commande ainsi que la panoplie d'injection (détendeur, débitmètre, vannes pilotées...).
- **Le réseau de distribution** de la dalle source vers l'installation d'inertage.

Résultats

Le client dispose d'une installation d'inertage autonome. Lors du démarrage, les différents paramètres de fonctionnement ont été réglés. Pour contrôler l'efficacité de l'inertage, des analyses sur chaque cuve ont montré que les teneurs en oxygène résiduel cibles étaient atteintes. La protection globale de l'installation et des opérateurs est assurée.

cas
client
06

Inertage dans la fabrication de principes actifs

Contexte

Notre client, un industriel de la chimie fine, fabrique des principes actifs pour l'industrie pharmaceutique. Il utilise dans sa production, des substances inflammables (toluène, éthanol, acide acétique, acétonitrile...). L'inertage avec un gaz neutre des cuves gazeuses de ses cuves de stockage est nécessaire pour protéger son installation.

Problématique

Le client dispose déjà d'une solution d'inertage indépendante sur chaque cuve et sans contrôle ni retour d'information sur l'état de l'installation. Il nous consulte pour concevoir une installation plus automatisée avec des reports d'information assurant la sécurité de ses cuves.



Augmentation sécurité
des installations



Augmentation de l'automatisation
et de la supervision

$\leq 2\%$

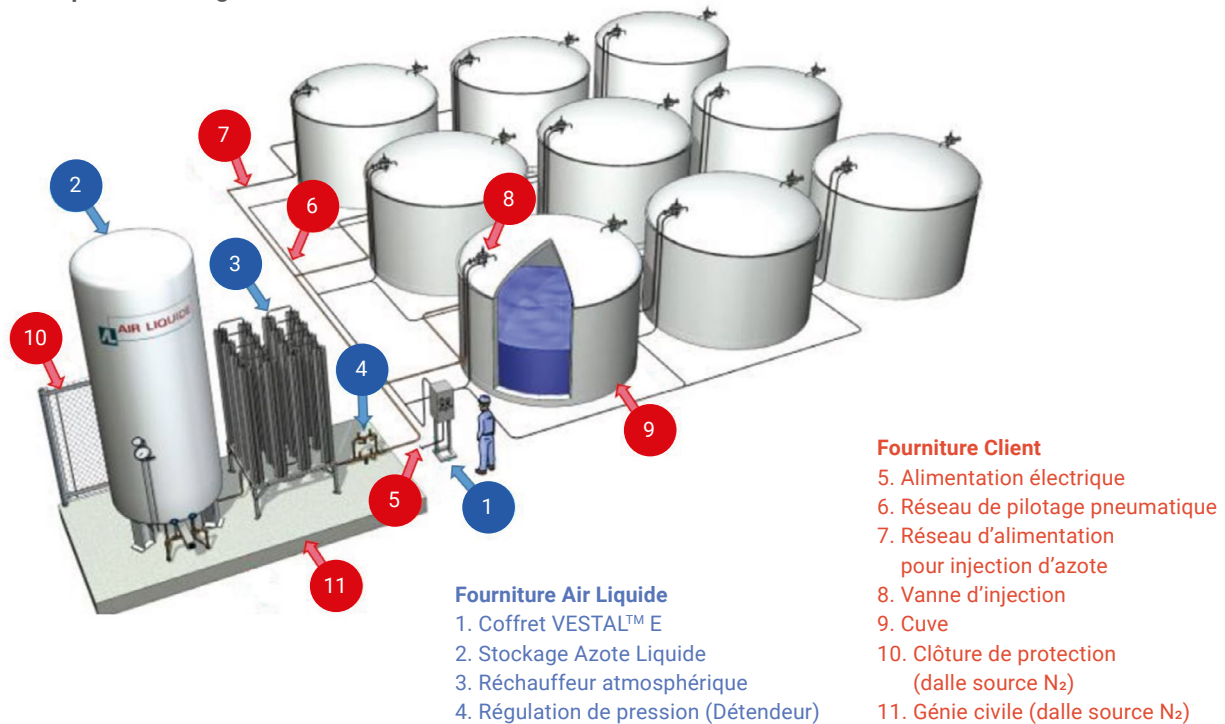
oxygène
résiduel



Solution d'Air Liquide

Lors des premiers échanges, le client a fourni à notre expert les MOC (Maximum Oxygen Content) de chacun de ses produits. A la suite d'une visite sur le site client, ce dernier a proposé un système qui gère l'inertage de toutes les cuves concernées par les risques d'explosion (volume confiné), indépendamment les unes des autres, avec un report d'informations en salle de contrôle.

Principe d'un inertage multi cuves



La solution inclut la **gestion des purges des cuves** permettant d'évacuer l'air présent avant remplissage du produit. Il permet aussi de contrôler et maintenir une pression d'azote cible, dans chaque cuve en continu pendant leurs phases de soutirage et remplissage. Pour cela, les cuves sont équipées d'une panoplie d'injection et d'évent (détendeur, débitmètre, vannes pilotées...). La mesure de la pression est effectuée par la mise en place d'un capteur de pression sur les ciels gazeux.

Le pilotage de l'inertage est géré par un coffret de commandes central qui regroupe l'ensemble des informations de l'installation et transmet les données vers la salle de contrôle du client.

Le volume d'azote a été estimé sur la base du nombre de vidanges des cuves en comptant un volume d'azote par volume de cuve. Une consommation additionnelle de l'ordre de 20% a été incluse pour tenir compte de la "respiration" des cuves.

La source d'azote est un azote cryogénique à très basse teneur en oxygène afin d'atteindre les teneurs cibles en oxygène résiduel efficacement.

Un réservoir d'azote liquide équipé d'un vaporiseur atmosphérique a été installé. Il est équipé d'une télémétrie pour un suivi de niveau à distance par le service de livraison Air Liquide, afin d'assurer une continuité de fourniture.

Il alimente **un réseau de distribution** aux bonnes conditions de débit et pression vers l'installation d'inertage.

Air Liquide a accompagné son client jusqu'à la **phase de démarrage** afin de définir les paramètres de l'installation.

Par exemple, les débits d'injection d'azote ont été réglés en fonction des débits de soutirage des cuves et les débits de l'évent en fonction de leurs débits de remplissage.

Résultats

L'installation régule l'inertage automatiquement ; ses données de pression et débit sont visualisées en salle de contrôle. Le client gagne du temps sur les contrôles visuels de ses cuves. Le contrôle à distance permet de limiter les interventions de ses opérateurs en zone ATEX et il est plus en confiance d'un point de vue sécurité globale.

Conseil: pour une optimisation de la consommation d'azote, le système peut être équipé d'une analyse Oxygène multiplexé dans les ciels gazeux.