



matelex
connected refrigeration

Simple et Performant

Test du système Matelex de détection indirecte et automatique des fuites pour la réfrigération commerciale



Cette étude de cas montre comment Matelex détecte rapidement les fuites, réduisant ainsi l'impact environnemental et financier des systèmes de réfrigération.

Contexte

Afin de limiter les émissions provenant des systèmes de réfrigération, l'Union européenne a introduit en 2014 le règlement sur les gaz fluorés, qui prévoit une réduction progressive de l'utilisation des fluides frigorigènes à fort potentiel de réchauffement global (PRG) et fixe des exigences en matière de détection de fuites. Ce règlement a continué d'évoluer, avec l'entrée en vigueur du règlement F-Gas III en mars 2024, qui renforce l'obligation de détection permanente des fuites sur les installations HFC dépassant 500 tonnes équivalent CO₂ et l'étend aux installations HFO supérieures à 100 kg (même si leur PRG est inférieur).

En France, une réglementation nationale encore plus stricte a été introduite en 2019, exigeant des systèmes de détection automatique des fuites utilisant des méthodes de mesure indirecte pour les systèmes de réfrigération dont la charge est supérieure à 500 tonnes équivalent CO₂. Ces systèmes visent non seulement à détecter les fuites plus tôt, mais permettent également de réduire de moitié les contrôles d'étanchéité obligatoires, à condition qu'ils respectent certains seuils de performance. L'un des critères est qu'ils envoient une alarme avant que l'installation ne perde 10 % de son fluide frigorigène.

Cette étude évalue les performances des systèmes de détection indirecte et automatique des fuites développés par Matelex, connu sous le nom de DNI et PolarBox. L'objectif est de vérifier si la surveillance constante des paramètres de fonctionnement des installations et de leur niveau de fluide permet de déclencher une alarme avant qu'un système ait perdu plus de 10 % de sa charge de réfrigérant, conformément aux attentes réglementaires.

Afin d'évaluer l'efficacité de ces systèmes, une étude a été menée par le CES (un laboratoire commun entre Mines ParisTech et ARMINES), en collaboration avec l'Agence française pour la transition écologique. Le PolarBox utilise une détection indirecte basée sur la modélisation du comportement du système, déclenchant une alarme précoce dès qu'une fuite se déclare.

Étude de cas Matelex

Supervision du test

Un ingénieur en réfrigération Matelex et un technicien en réfrigération responsable du suivi technique de l'installation frigorifique étaient présents tout au long du processus.

Sélection de l'unité de test

Afin de reproduire les conditions des tests précédents, l'unité CN1 a été sélectionnée. Avant le test, le système a été entièrement recalibré. Cette unité contient une charge nominale de réfrigérant de 600 kg de R-404A.

La sélection a été confirmée sur place par l'ingénieur Matelex.

Le journal d'activité du système a été examiné et n'a révélé aucune alarme de fuite déclenchée au cours des trois dernières semaines, ce qui indique que le système fonctionnait normalement. De plus, il a montré que plusieurs mesures avaient été recalibrées dans les semaines précédant l'essai.

CES RECALIBRATIONS AVAIENT POUR BUT D'AMÉLIORER LA PRÉCISION ET LA FIABILITÉ DU SYSTÈME DE DÉTECTION DES FUITES AVANT LES ESSAIS.



Mesures

Au début du test, une bouteille de transfert a été pesée avec tous ses raccords afin de suivre avec précision la quantité de réfrigérant récupérée. Le poids initial à vide a été enregistré à 28,365 kg.

Afin de reproduire les conditions des essais précédents, des efforts ont été faits pour reproduire le même schéma de décharge, tant en termes de débit que de masse totale récupérée, sur la base d'une courbe de référence. Le réfrigérant récupéré a été pesé toutes les 10 minutes.

Conditions d'essai

Les conditions d'essai ont été mises en place afin de simuler une fuite de réfrigérant. Tout d'abord, une bouteille de transfert a été pesée et tarée (remise à zéro) après avoir été connectée au système. Ensuite, le réfrigérant collecté dans cette bouteille a été surveillé par intervalles de 10 minutes.

LE TRANSFERT S'EST POURSUIVI SANS INTERRUPTION JUSQU'À CE QUE :

• Le système Matelex a déclenché une alarme.

OU

• Le réfrigérant récupéré a atteint au moins 10 % de la charge nominale du système.

TECHNOLOGIE PRIMÉE

La PolarBox est un produit breveté et primé (2023 AHR Expo). Il utilise l'apprentissage algorithmique pour comprendre le comportement normal d'un système afin de détecter les fuites jusqu'à 60 jours plus tôt que la détection directe seule (contrôleur d'ambiance et détection portable). Associé à la plateforme web PolarVisor, il offre une visibilité 24 heures sur 24 et 7 jours sur 7 sur le comportement d'un système, ce qui permet d'économiser du temps et de l'argent tout en évitant le stress des réparations d'urgence.

Étude de cas Matelex

Résultats

À 16 h, Matelex a reçu une notification d'alarme statistique du système. L'équipe a été avertie et l'ingénieur a confirmé que le système était passé en « mode alarme ».

Le message d'alarme indiquait «alarme statistique», signifiant que Matelex avait détecté des conditions anormales.

Le test a été interrompu à 16 h 18. À ce moment-là, la quantité de R-404A mesurée sur la balance de précision était de 27,047 g. Pour confirmer la précision, la bouteille de transfert a été pesée séparément, donnant un résultat presque identique de 27,052 g.

À l'issue du test, le réfrigérant récupéré a été réinjecté dans le système en 1 heure et 30 minutes. Une quantité résiduelle de 300 g est restée dans la bouteille de transfert.

RÉSULTATS DES TESTS	
Type de fuite	Fuite croissante
Débit moyen de fuite	51 sccm (3.1kg/h) [or 50.9 sccm (50.9 g/min)]
Suivi de la fuite	Oui
Temps de détection de la fuite	5h35 min
Type d'alarme	Alarme fuite
Quantité de réfrigérant perdue	27,3 kg
Perte par rapport au prix nominal de l'unité	4.2%

Basé sur : Barrault, S., Nemer, M., Fayolle, F., & Pinel, K. (2017). Évaluation du système Polarbox – Étude de cas Auchan Vélizy. CESMINES-ParisTech/ARMINES.

Interprétation des résultats

Une alarme statistique de fuite s'est déclenchée après le retrait d'environ 27 kg de réfrigérant, soit seulement 4,2 % de moins que la charge nominale du système (600 kg). Ce résultat est conforme à un test précédent, confirmant que le système recalibré dépasse les attentes en matière de performances, fonctionnant à des normes bien supérieures aux exigences réglementaire.

La détection précoce grâce à une alarme statistique indique qu'il est possible d'identifier efficacement et à temps tout comportement anormal du système afin de prendre des mesures correctives. Cela justifie l'utilisation continue de systèmes de détection indirecte des fuites tels que Matelex afin de réduire la fréquence des contrôles obligatoires, sans compromettre les normes environnementales ou opérationnelles.

Étude de cas Matelex

Contexte de l'hypermarché Auchan Vélizy

Auchan Vélizy est un grand hypermarché situé à Vélizy-Villacoublay, en banlieue parisienne. Il fait partie du groupe Auchan, l'une des plus grandes chaînes de distribution en France et en Europe, présente dans plusieurs pays à travers le monde. Auchan exploite différents formats de distribution, notamment des hypermarchés, des supermarchés et des plateformes de commerce électronique, proposant une large gamme de produits allant des produits alimentaires et ménagers à l'électronique, en passant par l'habillement, etc.

Le magasin Vélizy est un magasin phare de la région parisienne, qui dessert une importante communauté de résidents locaux et de navetteurs. Dans le cadre de l'engagement d'Auchan en faveur du développement durable et de la responsabilité environnementale, le magasin Vélizy participe activement à des initiatives visant à réduire son empreinte environnementale, notamment dans le domaine de l'efficacité énergétique et de la réduction des émissions. Ces dernières années, Auchan a mis l'accent sur les pratiques durables dans ses systèmes de réfrigération. Cela inclut l'adoption de technologies de pointe pour la gestion et la surveillance des fluides frigorigènes, qui sont de puissants gaz à effet de serre lorsqu'ils sont rejetés dans l'atmosphère. Le magasin Vélizy a participé à plusieurs projets pilotes visant à améliorer l'efficacité des systèmes de réfrigération et à réduire l'impact environnemental de ses activités.

Dans le cadre de cette étude de cas, le magasin Auchan Vélizy a été le théâtre de tests de détection des fuites visant à évaluer l'efficacité des systèmes de détection indirecte des fuites. Ces tests s'inscrivent dans le cadre des efforts plus larges déployés par le magasin pour se conformer à la réglementation européenne en matière de gestion des fluides frigorigènes, réduire la consommation d'énergie et minimiser les émissions, tout en maintenant la fiabilité et l'efficacité opérationnelle de ses équipements de réfrigération.

Généralisation des systèmes de supervision 24/7

Si lors de cet essai la fuite a été détectée en 5h35, la détection est parfois plus précoce encore. Des tests réalisés dans 6 supermarchés et sur une période de 6 mois ont permis d'économiser 79% de fluide versus les méthodes traditionnelles. Les méthodes traditionnelles reposent sur la recherche manuelle de fuites et la détection directe via contrôleurs d'ambiance.



Glossaire des termes techniques

Poids à vide :

Poids de référence de l'équipement et des raccords avant l'ajout de tout réfrigérant dans un système.

Détection indirecte des fuites :

Le contrôle indirect des fuites consiste à analyser un ou plusieurs des éléments suivants : pression(s), température(s), courant de fonctionnement du compresseur, niveau de liquide, volume de recharge. Les systèmes experts par méthode de mesures indirectes système suivent les performances globales du système de réfrigération à l'aide de modèles statistiques.

Alarme statistique :

Une alarme se déclenche lorsqu'un comportement inhabituel est détecté dans le système de réfrigération, pouvant indiquer une fuite.

Charge nominale :

La quantité totale de réfrigérant qu'un système de réfrigération est conçu pour contenir dans des conditions normales de fonctionnement.

Débit :

La quantité de réfrigérant circulant dans le système, généralement mesurée en unités telles que sccm.

Balance de précision :

Une balance précise utilisée pour mesurer des quantités extrêmement faibles de réfrigérant. Elle permet de suivre la quantité de réfrigérant récupérée pendant le test.

Fluide frigorigène/réfrigérant :

Le fluide frigorigène est utilisé pour sa capacité à passer de l'état liquide à gazeux. Pendant le cycle thermodynamique, le fluide absorbe la chaleur à l'intérieur et la libère à l'extérieur (pour faire du froid en été) ou l'inverse, pour faire du chaud en hiver, le cycle s'inverse.. Le R-404A en est un exemple courant.

Déshydrateur:

Dispositif utilisé dans les systèmes de réfrigération pour éliminer l'humidité du réfrigérant. Il contribue à maintenir l'efficacité du système en empêchant la formation de glace ou de givre qui pourrait nuire au processus de réfrigération.

Sensibilité de l'alarme :

Paramètre qui contrôle la sensibilité d'un système à la détection des fuites. Il peut être réglé pour déclencher une alarme en fonction de différents niveaux de variation des niveaux de réfrigérant ou des performances du système.

Recalibrage :

Processus consistant à ajuster les paramètres du système afin d'en garantir la précision.

Alarme fuite :

Type spécifique d'alarme déclenchée par des conditions anormales dans le système. Suite à une période d'apprentissage des variations normales du niveau de fluide frigorigène, un niveau de référence est déterminé, l'alarme se déclenche lorsque le niveau de fluide passe sous le niveau de référence pendant une période déterminée.