

## Mesure de l'humidité dans l'huile pour le contrôle de la qualité industrielle

### Protection des actifs grâce à la mesure de l'état en temps réel

Beaucoup de choses peuvent mal tourner dans une installation industrielle : défaillance des roulements, usure de pièces mécaniques mobiles, dommages thermiques causés par le frottement, formation de mousse et de boue, corrosion métallique et épuisement des additifs. Tous ces problèmes peuvent être attribués à la présence d'eau dans le système de lubrification. Il est impératif de faire une analyse approfondie des causes pour stabiliser le fonctionnement de n'importe quelle installation. Mais les mesures préventives sont également cruciales. Tout traitement efficace implique la compréhension des causes du défaut et des mesures à prendre pour les éviter.

Ce livre blanc met l'accent sur trois types de lubrification industrielle dont le service et la maintenance comprennent souvent des mesures de l'humidité : l'huile de lubrification, le liquide hydraulique ainsi que les processus et le matériel de déshydratation de l'huile. L'utilisation appropriée de chacun de ces types peut contribuer à réduire les pannes et les temps d'arrêt. Le livre blanc porte également sur les défis et les risques associés à la contamination de l'eau dans les applications avec huile de lubrification. Il décrit les méthodes de mesure pour analyser l'humidité dans l'huile, y compris l'instrumentation et la technologie applicables.

### Huiles industrielles

Parmi les huiles les plus fréquemment utilisées dans l'industrie, l'huile de



*L'huile de lubrification joue un rôle important dans les machines critiques.*

lubrification est le segment le plus important. Son importance est due à son rôle essentiel dans la fonctionnalité et la fiabilité de la machine. Certaines des applications les plus sensibles à la contamination par l'eau comprennent :

- Production de pâtes et papiers
- Industrie maritime
- Production hydroélectrique
- Exploitation de turbines
- Industries de transformation
- Fluide de transmission

La contamination des fluides est considérée comme l'une des principales raisons des défauts survenus dans les systèmes hydrauliques. Dans certains cas, l'eau est un composant volontaire de certains systèmes hydrauliques, et certains systèmes d'eau contiennent de l'huile pour diverses utilisations. La majorité utilisent

un fluide hydraulique spécifique qui est moins sensible aux effets de la température et a des propriétés lubrifiantes. Le fluide de transmission peut être classé soit comme un fluide hydraulique ou un lubrifiant, selon le type de transmission.

### Contamination par l'eau

L'humidité est un contaminant connu dans diverses applications, mais l'humidité dans l'huile industrielle peut causer des dommages particulièrement graves. Outre la diminution des performances de l'huile, l'eau détériore les additifs et la résistance du film, ce qui favorise l'usure mécanique et la corrosion. Les caractéristiques standard d'un appareil de type reniflard sont conçues pour évaporer l'humidité de l'huile.

## Qu'est-ce que la déshydratation de l'huile ?

*L'eau est l'un des contaminants les plus nocifs du procédé de lubrification. La déshydratation de l'huile est un moyen de nettoyer les huiles industrielles/lubrifiants et d'éliminer l'humidité par filtration, contrôle de la température, extraction de l'air et traitement sous vide. Le résultat est de l'huile propre et à faible teneur en humidité généralement exempte d'air entraîné. Avant de choisir une méthode, prenez en considération les avantages et les inconvénients de chacune – les éléments filtrants n'ont rien de spécial et sont efficaces, mais ils sont pourvus d'une capacité et d'une durée de vie fixes. La manipulation nécessite un peu plus de travail. La déshydratation sous vide est une méthode très efficace mais parfois coûteuse. La déshydratation mobile peut avoir un meilleur rapport coût-efficacité.*

En cas d'échec des mesures préventives, la concentration d'eau dans l'huile peut atteindre un point de saturation, formant de l'eau libre. La formation d'eau libre crée des conditions qui risquent d'endommager le matériel de traitement. Elle empêche la formation d'une couche d'huile uniforme sur les surfaces métalliques, réduit l'efficacité de la lubrification, et accroît l'usure et la corrosion du matériel. Elle est néfaste aux additifs à effet polaire anti-usure ou Anti-Wear (AW) et extrême pression (EP).

L'eau libre peut également augmenter le risque de cavitation qui apparaît en présence d'un vide ou d'une aspiration.

L'hydrolyse peut s'accroître à la saturation, entraînant une augmentation de l'acidité, et par conséquent la formation de corrosion



*Un déshydrateur sous vide*

## Quelle est la durée de vie de l'huile ?

Tout dépend. La réponse est fonction des conditions d'utilisation et de la contamination qu'elle absorbe. La surveillance peut tenir les utilisateurs finaux au courant de la composition de l'huile.

qui endommage à la fois l'huile et l'équipement qu'elle est censée protéger. De même, l'oxydation cause les mêmes états d'acidité nuisibles. La fragilisation par hydrogène – causée par l'eau soluble et libre – entraîne des cassures métalliques car les atomes d'hydrogène sont libérés de l'eau sous l'effet de la compression. L'eau libre crée également un milieu de prolifération aux microbes pour former de la boue ou des tapis qui peuvent facilement boucher les filtres et les vannes. Les micro-organismes, les champignons et les bactéries peuvent également s'ajouter au problème de corrosion en raison du risque de formation d'acide sulfurique.

La cause de la contamination par l'eau peut aussi être une des sources habituelles. Le lavage sous pression, les inétanchéités, les pompes qui refoulent l'eau et les systèmes de refroidissement favorisent l'infiltration dans les systèmes. Ce phénomène a le plus d'impact dans les applications où la contamination est lourde de

conséquences, par exemple dans les turbines, les moteurs marins et les usines de papier.

Presque tous les fluides peuvent contenir une certaine quantité d'eau dissoute – et les volumes d'eau acceptables pour un processus dépendent de l'application et du type d'huile. Cette quantité maximum est appelée le point de saturation. Quand le fluide a atteint son point de saturation, l'eau additionnelle se sépare sous forme d'eau libre. La plupart des huiles ayant une densité inférieure à l'eau, l'eau libre se stabilisera généralement sous l'huile. Le point de saturation d'une huile dépend de la composition de son constituant de base (minéral ou synthétique) ainsi que du type d'additifs, d'émulsifiants et d'antioxydants présents. Il varie aussi en fonction de l'âge de l'huile, de sa réaction aux fluctuations de température et aux changements de composition chimique causés par les dérivés.

## Mesure et analyse

Il faut comprendre la quantité d'eau problématique pour adapter le service et la prévention en conséquence. Tout comme l'humidité relative de l'air, les huiles peuvent contenir davantage de molécules d'eau sous l'effet de la hausse de température. Ceci est directement lié à l'énergie des molécules individuelles qui leur permet de se déplacer plus librement et de manière plus autonome. Cela peut poser des défis spécifiques pour la gestion de l'humidité de l'huile car les températures d'exploitation sont toujours plus élevées que les températures au repos. Pendant le fonctionnement, la contamination par l'eau peut être absorbée sans séparation, uniquement pour séparer et former de l'eau libre à l'arrêt des machines et sous l'effet de la baisse de température.

Aujourd'hui, il existe trois unités d'ingénierie principales pour quantifier l'eau dissoute dans l'huile, les parties par million (ppm), l'activité de l'eau et le pourcentage de saturation relative.

**La valeur en ppm est le paramètre d'humidité absolue décrivant le rapport volume/masse de l'eau dans l'huile :**

**En volume : 1 ppm d'eau = 1 litre d'eau/1 000 000 litres d'huile ou**

**En masse : 1 ppm (masse) d'eau = 1 kg d'eau/1 000 000 kg d'huile**

En mesurant les niveaux d'eau dans l'huile en ppm, il est possible de déterminer la quantité absolue d'eau. La détermination ppm présente toutefois une limite majeure. Elle ne tient aucun compte des variations du point de saturation de l'huile. Dans un système d'huile dynamique

caractérisé par un point de saturation variable, une mesure en ppm n'indiquerait aucunement le rapprochement de la valeur du point de saturation de l'huile. La situation devient encore plus critique lorsque la concentration d'eau est proche de ce point, créant un risque de formation d'eau libre.

L'activité de l'eau est le rapport entre la quantité d'eau contenue dans une substance et la quantité d'eau totale que celle-ci peut contenir. Ceci est comparable à l'humidité relative où l'air peut avoir une certaine concentration d'humidité avant la formation de brouillard ou de pluie.

En mesurant l'activité de l'eau dans l'huile, il est possible d'évaluer le risque de formation d'eau libre et de réduire ainsi de façon significative l'usure et la corrosion. En utilisant une échelle relative allant de 0 (absence d'eau) à 1 (l'huile est saturée en eau), la mesure de l'activité de l'eau fournit une indication fiable du rapprochement du point de saturation de l'huile.

La mesure de l'activité de l'eau ne dépend pas non plus du type d'huile. Elle reste proportionnelle au niveau de saturation de l'eau dans chaque huile individuelle, et la valeur indique toujours la situation réelle au moment donné.

En ce qui concerne le pourcentage de l'unité de saturation relative, cette valeur est dérivée de la même information que l'activité de l'eau, bien qu'exprimée en pourcentage de zéro à 100 pour cent. Étant très simple, cette valeur est facile à assimiler et les tendances sont faciles à suivre.

Il est possible de mesurer l'activité de l'eau en ligne. De plus, la mesure en ligne donne des données en temps



### Conseils d'installation :

*Les capteurs doivent être installés à un endroit qui fournit un échantillon représentatif de l'ensemble du système d'huile. Par exemple, une ligne d'alimentation à haut débit ou une ligne de retour vers le réservoir. Le capteur ne peut détecter que ce avec quoi il est en contact. Il est donc recommandé d'éviter les endroits sans débit important, comme le fond d'un réservoir ou l'extrémité d'un tuyau d'évacuation. Alors que l'eau dissoute dans l'huile peut finir par former un équilibre, l'exposition à un débit d'huile donnera les meilleurs temps de réponse.*

réel permettant d'effectuer immédiatement les corrections nécessaires.

## Technologie en évolution

La méthode traditionnelle et actuelle de surveillance de l'huile passe par l'échantillonnage et l'analyse en laboratoire. Il n'existe aucune autre méthode capable de fournir un ensemble aussi complet de tests pour déterminer la qualité totale et la composition chimique de l'huile.

## Qu'est-ce que l'hydrolyse ?

L'hydrolyse est une réaction chimique caractérisée par des molécules d'eau qui brisent les liaisons chimiques des composés, comme les huiles de base utilisées dans la lubrification industrielle.

La plupart des laboratoires applique la méthode de Karl Fischer, constituant à ajouter des produits chimiques réactifs pour obtenir des réactions colorimétriques. Ceci peut être réalisé avec des petits volumes et pour un grand nombre de produits chimiques différents dans l'échantillon. Cette méthode comporte des limites et des défis, surtout lorsqu'il s'agit de mesurer la concentration d'eau. La collecte et l'analyse d'échantillons peuvent être un long processus. Les méthodes de prélèvement risquent d'exposer les échantillons à l'atmosphère ou à d'autres sources de contamination. Par ailleurs, la concentration d'eau n'est exprimée qu'en valeur ppm totale. Ceci ne tient pas compte de la forme de l'eau, de la température ou du point de saturation de l'huile, et ne permet pas de contrôler le processus en temps réel. Ainsi, il est difficile de prédire certains défauts causés par l'eau.

La mesure en ligne de l'activité de l'eau est une alternative qui aide à garantir la fiabilité des performances de l'équipement à tout moment. Cette méthode diminue non seulement

le risque d'erreur humaine, mais a aussi un effet positif sur les frais de laboratoire, de matériel et de produits chimiques. La technologie de mesure actuelle de l'activité de l'eau en ligne recourt à un capteur de type capacitif dont le principe repose sur l'absorption.

Cette technologie en ligne est très bien adaptée aux applications qui mettent en œuvre de gros volumes d'huile ou de grands systèmes hydrauliques comme les turbines et les systèmes de récupération de l'huile. Les instruments peuvent être connectés aux systèmes de contrôle pour émettre des alarmes et arrêter l'équipement en cas de risque.

La technologie actuelle utilise un matériau polymère hygroscopique qui est placé entre deux électrodes et posé sur un substrat en verre. Les molécules d'eau traversent une électrode supérieure poreuse et interagissent avec le polymère. Ces molécules d'eau modifient alors la capacité du polymère mesurée par les deux électrodes. L'absorption de l'eau est proportionnelle à l'activité

de l'eau dans l'huile car les molécules absorbent et désorbent du polymère, cherchant l'équilibre. L'électrode supérieure n'est perméable qu'aux molécules d'eau, ce qui entraîne une excellente résistance chimique et la capacité de fonctionner avec différents fluides.

## Conclusion

Un programme complet de lubrification et de gestion des fluides englobe le contrôle de la contamination, la surveillance, l'analyse et la maintenance. La précision de la mesure et du contrôle commence avec des capteurs de qualité exacts et fiables, et se termine par une efficacité qui influence directement le résultat. La mise en place d'une surveillance active et exacte peut aider à identifier les sources d'infiltration tout en délestant un programme d'analyse. La maintenance préventive permet alors d'effectuer des économies importantes en rallongeant la durée de vie de l'équipement et en minimisant les immobilisations imprévues.

## À propos de Vaisala

*Vaisala a commencé il y a plus de 80 ans avec le développement de la radiosonde pour la surveillance des conditions météorologiques. Pour relever le défi des observations météorologiques, Vaisala a ensuite développé le premier capteur polymère capacitif à couche mince pour la mesure de l'humidité. Nos capteurs d'humidité HUMICAP sont utilisés par des institutions réputées actives sur terre et dans l'espace, comme la NASA qui les a sélectionnés pour les rovers Curiosity et Perseverance en opération sur Mars. Cette technologie est devenue un standard dans l'industrie et a permis à Vaisala de s'imposer dans différentes applications industrielles. Ces capteurs continuent à être fréquemment utilisés dans les industries hydrauliques, de lubrification et de l'énergie. Vaisala poursuit ses efforts pour développer des technologies de pointe afin de détecter l'humidité et le gaz, y compris le biogaz et le peroxyde d'hydrogène vaporisé, aidant ainsi les industries à fonctionner de manière plus sûre et plus fiable.*

Pour plus d'informations sur le thème de l'humidité dans l'huile au niveau industriel, veuillez visualiser notre webinaire à la demande « Mesure de l'humidité dans l'huile pour le contrôle de la qualité industrielle. »

# VAISALA

Veuillez nous contacter  
à l'adresse suivante  
[www.vaisala.fr/contactus](http://www.vaisala.fr/contactus)

[www.vaisala.com](http://www.vaisala.com)



Scanner le code  
pour obtenir plus  
d'informations

Réf. B212201FR-A ©Vaisala 2020

Ce matériel est soumis à la protection du droit d'auteur. Tous les droits d'auteur sont retenus par Vaisala et ses différents partenaires. Tous droits réservés. Tous les logos et/ou noms de produits sont des marques déposées de Vaisala ou de ses partenaires. Il est strictement interdit de reproduire, transférer, distribuer ou stocker les informations contenues dans la présente brochure, sous quelque forme que ce soit, sans le consentement écrit préalable de Vaisala. Toutes les spécifications - y compris techniques - peuvent faire l'objet de modifications sans préavis.