

La prévention de l'eau libre dans un système de lubrification

L'eau libre se trouvant dans une huile de lubrification peut causer des défaillances majeures sur les grandes installations mécaniques, tout particulièrement dans les applications où la présence d'eau est constante comme dans les systèmes de propulsion des navires et les turbines hydroélectriques.

L'eau libre empêche l'huile de former une couche lubrifiante uniforme sur les surfaces métalliques, détériorant à la fois la performance de lubrification et la capacité de l'huile à protéger la machine. L'équipement est alors endommagé par la corrosion, la cavitation, les micropiqûres et le chauffage ponctuel. L'eau libre détruit les additifs polaires de l'huile. Dans les applications offshore, elle tend à se faire encore plus destructrice en raison de sa salinité, générant un environnement plus corrosif pour les métaux en contact avec elle.

En cas de fuite soudaine, une couche d'eau libre peut se former rapidement ; et si l'échantillonnage de l'huile n'est effectué que périodiquement, l'eau est des plus probablement détectée trop tard et un dommage est alors inévitable. La surveillance en ligne permet à l'opérateur de prendre les mesures correctives nécessaires avant toute défaillance effective.

La formation d'eau libre liée à la solubilité de l'eau dans l'huile

Tout comme l'air, tout fluide (p. ex. donc les huiles de lubrifications, les fluides hydrauliques) possède la faculté de retenir de l'eau à l'état dissous au-dessous du point de saturation. Une fois le point de saturation de ce fluide atteint, toute eau supplémentaire pénétrant dans le fluide se sépare en "eau libre"

observable sous la forme d'une couche distincte – généralement au-dessous l'huile.

La solubilité de l'eau dans les huiles est typiquement très limitée. Le point de saturation d'une huile est affecté non seulement par le type de l'huile de base, les additifs et les antioxydants mais aussi par l'âge du fluide, sa température et les réactions chimiques s'y produisant au cours de son cycle de vie. Il est également courant que différentes huiles commerciales utilisées pour une même application aient une capacité à retenir l'eau dissoute qui varie fortement (**Figure 1**). Un niveau d'humidité correct indiqué en ppm (parties par million), en dessous du point de saturation pour une huile donnée peut se trouver au-dessus du point de saturation d'une autre.

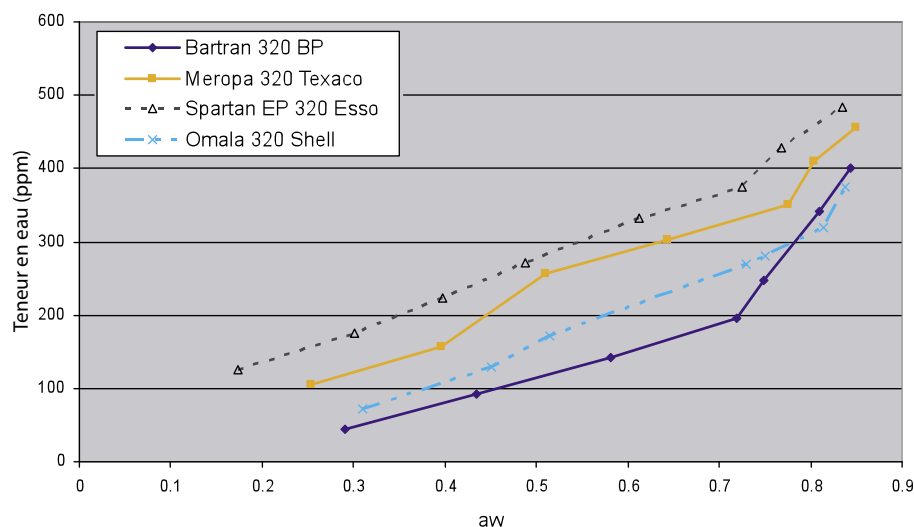


Figure 1 Solubilité de l'eau dans différentes huiles de lubrification commerciales (2001). Tests effectués à 31 °C.

Les effets de la température sur la solubilité

Dans les systèmes de lubrification, l'huile est habituellement relativement chaude, p. ex. +40 ... +60 °C. Dans les situations où la température diminue considérablement, comme lorsque l'on coupe les moteurs, il se présente le risque d'une formation d'eau libre parce que l'huile ne peut plus retenir la même quantité d'eau sous forme dissoute. Alors même que la teneur absolue en eau (ppm) est restée inchangée, le point de saturation a été atteint et le risque, par exemple, de corrosion devient fort (cf. Figure 2).

En cas de formation d'eau libre au cours d'un arrêt, l'huile doit d'abord être séchée ou le système doit être remis en marche avec une grande prudence et ne doit pouvoir fonctionner que lorsque la température de fonctionnement normale est atteinte et que l'eau s'est redissoute dans l'huile. Ce phénomène se surveille plus facilement en observant l'activité de l'eau (Aw, cf. p. 3).

Il y a également lieu de noter que l'huile chaude se trouvant dans le réservoir peut facilement absorber davantage d'eau si elle se trouve en contact avec l'air ambiant. Ce genre de "fuite" à long terme augmente progressivement la contamination de l'huile par l'eau.

Les effets du vieillissement de l'huile sur la solubilité

La capacité d'une huile usée à retenir de l'eau est notablement plus élevée que celle d'une huile neuve. Ceci est dû aux réactions chimiques se faisant au cours de la vie du fluide, qui modifient la solubilité. Il s'agit là d'un point très important à prendre en compte lors d'une vidange ou lors de l'ajout d'huile fraîche à l'huile existante d'un système de lubrification. La Figure 3 montre l'effet du vieillissement de l'huile sur la solubilité de l'eau (niveau de saturation 2000 vs 6000 ppm).

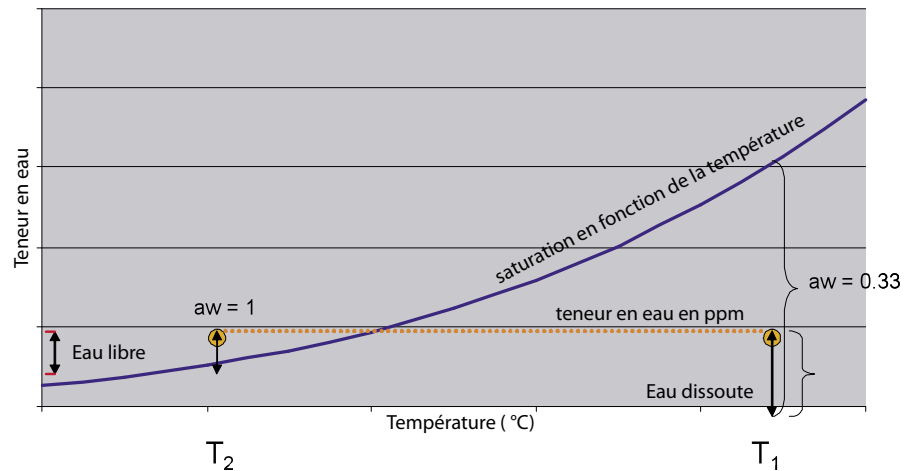


Figure 2 Effet de la température sur la formation d'eau libre. Le risque augmente lorsque l'on coupe les moteurs et que la température diminue. Quand la teneur en eau atteint le point de saturation, de l'eau libre commence à se former.

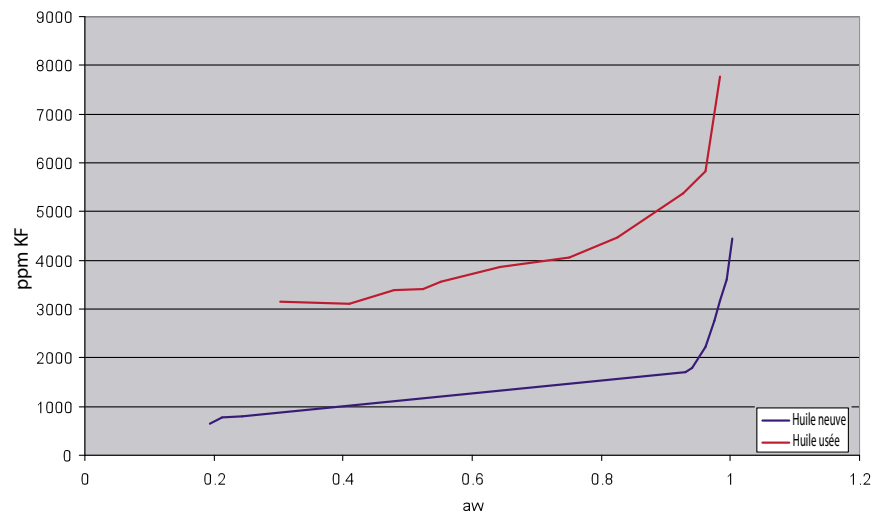


Figure 3 Effet du vieillissement de l'huile sur la solubilité de l'eau (teneur en eau en ppm rapportée à l'activité de l'eau). Le test a été effectué à 40-47 °C avec une huile de lubrification neuve et la même huile après 30 000 heures de service.

Les avantages de la mesure continue de l'activité de l'eau (A_w) sur la mesure en ppm

La contamination par l'eau est traditionnellement mesurée par échantillonnage programmé régulier de l'huile selon un programme de maintenance utilisant le titrage Karl Fisher. Ce titrage donne la teneur en eau absolue en ppm (parties par million). Cette teneur absolue ne peut cependant pas indiquer à l'opérateur si l'eau est sous forme dissoute ou libre, donc à un niveau sûr ou non. Lorsqu'il utilise cette méthode, l'opérateur doit connaître les limites de sécurité correspondant à chaque type d'huile spécifique qu'il utilise. Il doit aussi prendre en compte l'effet du vieillissement et les niveaux de fonctionnement humide sûrs pour les huiles âgées et éventuellement contaminées.

L'activité de l'eau (A_w) est une mesure indiquant l'humidité (teneur en eau) de l'huile sur une échelle de 0...1 (0 indiquant la sécheresse totale, 1 la saturation totale).

L'activité de l'eau (A_w) ne demande aucune compensation de température, contamination ou vieillissement, car elle indique toujours la marge réelle avant la saturation, c'est-à-dire avant la formation d'eau libre, en temps réel.

Une technologie de capteurs permettant la mesure continue d' A_w

Le capteur Vaisala HUMICAP® est utilisé depuis 1995 pour la surveillance de la contamination des huiles par l'eau. Lancé en 1975, il exploite une technologie basée sur les variations de propriété diélectrique de l'huile résultant de son absorption/désorption par un film polymère mince. Son indication

de sortie est proportionnelle à la saturation (en eau) relative de l'huile.

Du fait de la porosité de l'électrode supérieure et de la grande finesse microstructurale du polymère, les grandes molécules telles que celles de l'huile, de ses additifs, des produits d'oxydation ou de particules métalliques ne peuvent pas pénétrer dans la zone sensible du capteur, et n'affectent donc pas la performance de celui-ci. Le vieillissement et les additifs modifient bien la solubilité de l'eau de l'huile (Figure 3) et affectent ainsi aussi sa saturation relative. Mais comme la valeur indiquée est toujours proportionnelle à la saturation réelle de l'huile, le capteur n'a besoin d'aucun étalonnage spécifique pour une huile précise, qu'il s'agisse d'une huile de lubrification ou d'un fluide hydraulique.

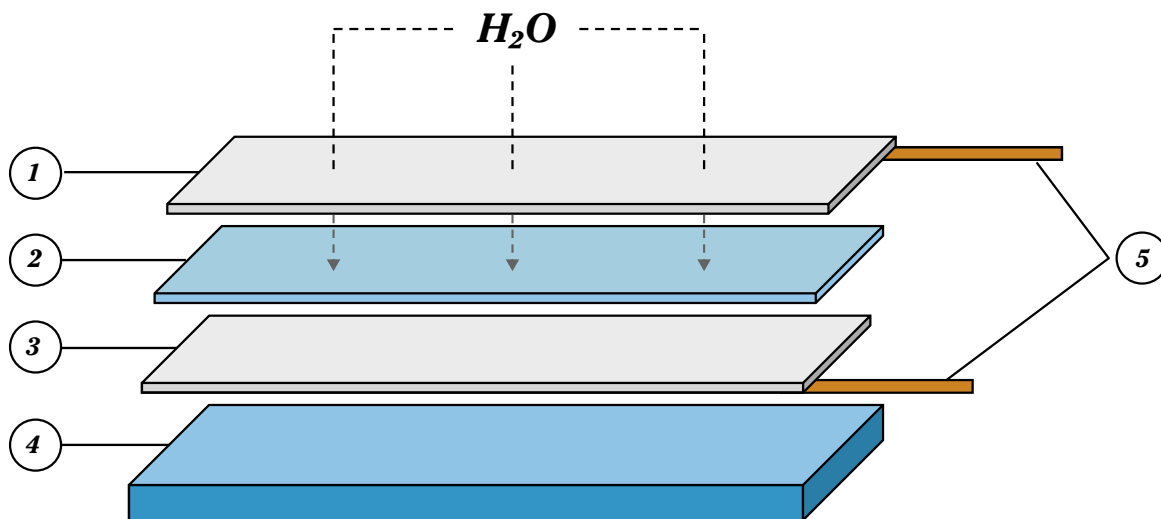


Figure 4 Structure du capteur à film polymère mince Humicap® inventé par Vaisala.

1. électrode supérieure perméable aux molécules d'eau 2. couche de polymère sensible à l'eau
3. électrode inférieure 4. substrat 5. broches de connexion

Le polymère est extrêmement stable et résistant aux produits chimiques présents dans les huiles, d'où une exceptionnelle stabilité à long terme (Figure 5). En cas de nécessité d'un réétalonnage, le capteur peut s'étalonner et s'ajuster sur le terrain

et en ligne à l'aide d'un appareil portable de référence. Une autre option consiste à déconnecter le transmetteur, lequel est facile à déposer et à réinstaller même sur les conduites d'huile sous pression.

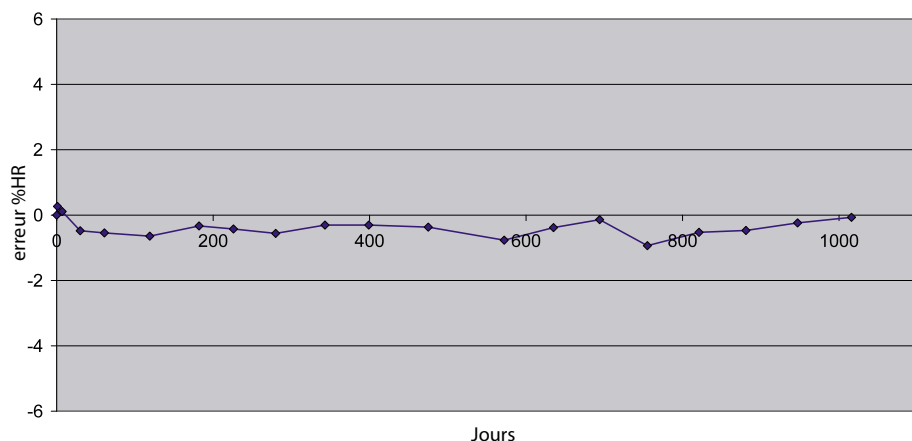


Figure 5 Courbe de stabilité d'un capteur Humicap® exposé au fluide hydraulique Skydroll. Les erreurs observées au cours de l'étalonnage de référence à 75 %HR sont indiquées en valeurs de l'axe des Y.

Check-list : points à examiner lors du choix du capteur

- Le capteur supporte-t-il les conditions de l'application et y reste-t-il stable - à court terme et à long terme ?
- Le capteur fait-il preuve de sensibilité aux bas niveaux d'humidité ?
- Présente-t-il une sensibilité parasite à d'autres matières solides ou liquides présentes dans l'huile telles qu'additifs, particules métalliques fines, etc. ?
- La mesure est-elle affectée par le débit, le sens de l'écoulement ou la position d'installation ?
- Le capteur a-t-il des temps de réponse rapides même dans les situations impliquant des pointes d'humidité soudaines ? Une fois la situation de défaillance passée, le capteur devrait continuer la mesure sans avoir besoin d'un réétalonnage ni d'aucune action rectificative.
- Quelles sont les actions d'entretien et de réparation ? Le capteur est-il facile à remplacer, sans qu'il soit nécessaire d'arrêter les machines ?