

Surveillance continue de l'état

D'un

Calcinateur rotatif

Par

Rick Verbij

SPM Instrument BV

Février, 2018

Contenu

1	Conclusion et résumé.....	3
2	Description	4
3	Historique	Erreur ! Signet non défini.
4	Réglage du système	5
4.1	Equipements de mesure.....	5
4.2	Techniques de mesure	6
4.3	Réglage de Condmaster	6
5	Description du cas.....	7
5.1	Cas #1: Dommages bague extérieure – Roulement 3B avec SPM HD	7
5.2	Cas #2: Dommages bague extérieure – Roulement 1B avec DuoTech/HD ENV	9
5.3	Cas #3: Dommages bague extérieure et intérieure – Roulement 3B avec DuoTech/HD ENV	13
5.4	Cas #4: Manque de lubrification sur les roulements du ventilateur	17

1 Conclusion et résumé

Au moment de la rédaction, le système Intellinova installé sur ce site est en fonctionnement depuis quatre ans, avec un taux de détection de 100 % sur tous les dommages de roulements, permettant au client de planifier les remplacements bien à l'avance.

Les résultats obtenus avec l'accéléromètre DuoTech dépassent toutes les attentes. Les performances en mesure SPM HD, tant en termes d'immunité au bruit que de sensibilité à la détection des défauts de roulements dès leurs premiers stades, sont excellentes, démontrant la capacité des accéléromètres DuoTech à être utilisés avec succès dans cette plage de très basse vitesse de 3,5 tr/min..

En examinant les résultats des mesures HD ENV, on observe des résultats similaires entre HDENV4 et SPM HD, tandis que HDENV3 met très clairement en évidence des défauts de roulement sur les bagues extérieures et intérieures.

Cela conduit à la conclusion que la technologie de surveillance d'état HD, associée aux accéléromètres DuoTech, permet de détecter les défauts de roulements dès leurs premiers stades et de suivre l'évolution des dommages dans le temps. Cette solution de surveillance conditionnelle constitue un outil précieux pour le client, lui permettant de planifier les remplacements de roulements de manière plus précise et opportune, sans risque de remplacement prématuré ou tardif. Parmi les autres avantages figurent des formes d'ondes temporelles et des spectres d'une grande clarté, avec un faible niveau de bruit, permettant une évaluation de l'état des roulements selon une échelle standard vert-jaune-rouge – une interface simple d'utilisation pour le client. Le dernier cas met en évidence la valeur ajoutée de la méthode SPM pour la surveillance de l'état de la lubrification.

Image 1. Le calcinateur rotatif.

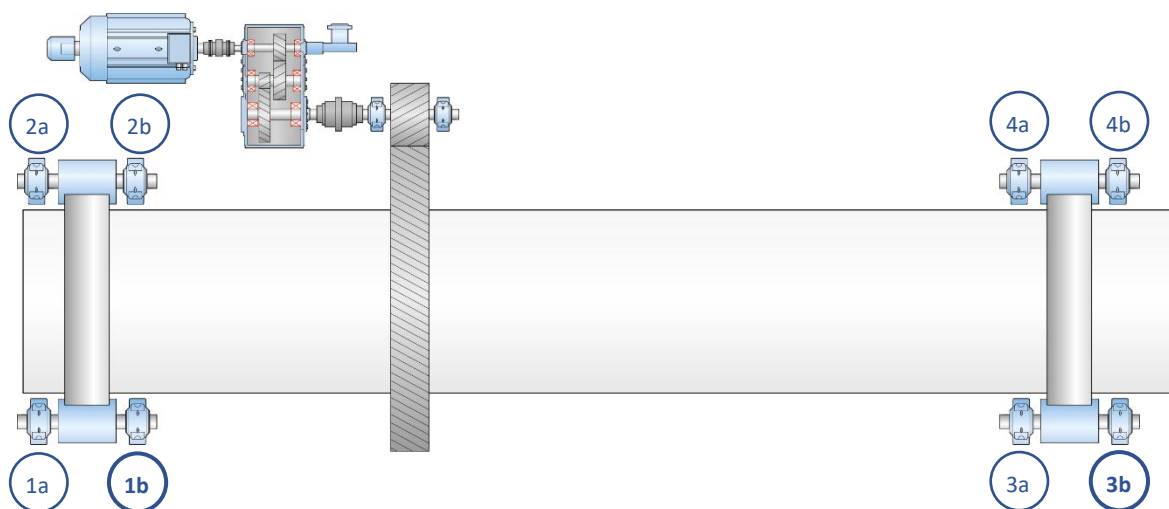


2 Description

Le sable de quartz issu de l'extraction humide est pompé vers la première partie de l'usine à l'aide de bateaux de dragage équipés de pompes à sable. La première classification du sable de quartz est réalisée à l'aide d'hydrosizers. Ensuite, le sable est pompé vers des silos, où l'eau est extraite via un système de drainage. À l'issue de ce processus, le sable de quartz contient 5 % d'eau. Ce sable peut être vendu en vrac aux clients. 80 % du sable sec est utilisé dans deux procédés : la calcination et le séchage/broyage. Pour le broyage, des broyeurs à boulets sont utilisés.

Le procédé de calcination consiste à ajouter des additifs et à chauffer à 1500 °C dans un séchoir rotatif (calcinateur) afin de modifier la structure du sable/de cristal de quartz (de manière similaire à l'éclatement d'un grain de maïs). Le temps de transit du sable de quartz dans le calcinateur est d'environ deux heures, avec une vitesse de rotation du tambour de 1,15 tr/min. Le produit final est la cristobalite. La capacité du calcinateur est de 20 tonnes par heure. Le chauffage et le refroidissement du calcinateur nécessitent au minimum 48 heures. Le combustible utilisé est un mélange de gaz naturel et de fioul.

Fig 1. La construction mécanique du calcinateur. Cette étude de cas concerne des dommages détectés sur les roulements 1B et 3B, ainsi qu'un problème de lubrification sur les roulements du ventilateur.



3 Historique

En 2013, nous avons entamé les premières discussions pour appliquer la technologie HD de **SPM Instrument** sur les roulements des roues de support du tambour du calcinateur, une application à très basse vitesse (3,5 tr/min). Jusqu'alors, un système de surveillance vibratoire était en place depuis près de dix ans. Basé sur des techniques traditionnelles d'analyse vibratoire, ce système offrait des temps de préalerte très courts, et la détection de défauts sur les roulements s'avérait particulièrement difficile...

En septembre 2013, une installation de test a été mise en place afin de démontrer les capacités de la technologie de mesure SPM HD et d'évaluer son aptitude à détecter les défauts de roulements avec des temps de préalerte plus longs. Le système a immédiatement identifié un défaut sur la bague extérieure de l'un des roulements des roues de support. Le remplacement du roulement qui a suivi s'est avéré être une décision pertinente, avec un temps de préalerte suffisant (voir Cas n°1). Sur la base de ces résultats de mesure, un système de surveillance permanent a été installé au cours du premier semestre 2014...

L'une des observations issues des mesures SPM HD a été la présence de niveaux de bruit de fond élevés, fluctuants dans le temps, avec une sévérité plus marquée sur les roues de support n°3 et 4. Ce bruit ambiant est attribué aux câbles d'alimentation du système d'entraînement, ainsi qu'à l'utilisation de câbles coaxiaux avec les capteurs à impulsions de choc de type 44000.

En 2017, un nouveau type de capteur a été testé : l'accéléromètre DuoTech, combinant un accéléromètre et un capteur à impulsions de choc dans un seul boîtier. Jusqu'alors, aucun cas n'avait démontré le succès de ce capteur à une vitesse de 3,5 tr/min. De plus, le DuoTech utilise un câblage blindé à deux fils et un boîtier isolé, offrant une meilleure immunité contre le bruit ambiant et les interférences.

Le client a également exprimé le souhait de pouvoir suivre l'évolution des dommages sur les roulements dans le temps, ainsi que de disposer d'un meilleur outil pour planifier leur remplacement. C'est pourquoi la technique de mesure HD ENV a également été testée.

Cette étude de cas décrit plusieurs situations. Les cas n°2 et n°3 illustrent des dommages sur roulements détectés à l'aide de la technologie HD et des accéléromètres DuoTech.

4 Réglage du System

4.1 Equipements de mesure

Une unité Intellinova Compact INS18 est installée, comprenant douze canaux de chocs d'impulsion et six canaux de vibration. Des transducteurs de chocs d'impulsion de type 44000 sont montés sur les roulements des galets de support, les roulements de l'arbre de pignon et les roulements de l'arbre de sortie du réducteur. Les accéléromètres existants, déjà en place, sont utilisés pour les mesures sur le moteur et le réducteur.

4.2 Techniques de mesure

Lors de la configuration initiale du système, la technologie SPM HD a été utilisée pour les éléments tournant à faible vitesse, à savoir les roulements des galets de support, le roulement de l'arbre de pignon entraînant le tambour du calcinateur, ainsi que les roulements de l'arbre de sortie du réducteur. Pour les roulements du moteur et du réducteur tournant à vitesse normale, des techniques traditionnelles de vibration et d'enveloppement ont été utilisées.

En mars 2017, la technique de mesure HD ENV a été appliquée sur des accéléromètres DuoTech installés à des fins de test.

4.3 Réglage de Condmaster

La configuration dans Condmaster pour les roulements des galets de support était simple. Compte tenu de la très faible vitesse de rotation – environ 3,5 tr/min en moyenne – le facteur d'amplification des symptômes (SEF) a été limité à 3. La valeur de Fmax est de 120 ordres, avec une résolution de 1600 lignes. Les mesures ont été effectuées toutes les quatre heures, sans condition de mesure ni filtrage.

Fig 2. Réglage Condmaster.

Measuring Point Data

Measuring point

- C2/OVEN -01 Loopwiellager 1A (tegenrol 1)
 - RPM (2,3 -> 3,9 RPM)
 - SPM
 - SPM HD** (Intellinova)

Techniques

- SPM HD**
- Vibration
- User defined
- Temperature
- KPI

Techniques / References / History

Save X

SPM HD Settings Intellinova Intellinova Advanced

General

Name: SPM HD

Bearing number: 24164CC SKF

HDm/HDc measurement

Shaft diameter (d): 320 mm

HDi: Calculated

Measuring time: Same as FFT measurement

☒ **FFT measurement**

Short time memory: Time signal and FFT

Long time memory: Time signal and FFT

Upper frequency: 120 Orders

Lines in spectrum: 1600

Symptom enhancement factor: 3

Time sync. averaging: (Off)

No. revolutions: 80

2,3 - 3,9 RPM (Max fluctuation: 20%)
 Upper frequency: 4,6 - 7,8 Hz
Resolution: 0,0029 - 0,0049 Hz (0,17 - 0,29 CPM)
Acquisition time: 2087 - 1230,8 second(s)
Calculation time: 37 second(s)

5 Description des cas

5.1 Cas #1: Dommages bague extérieure – Roulement 3B avec SPM HD

Fig 3. Graphique de tendance SPM HD de la fréquence de défaut sur la bague extérieure, et spectre de fréquence (FFT) avec des marqueurs sur la fréquence BPFO.

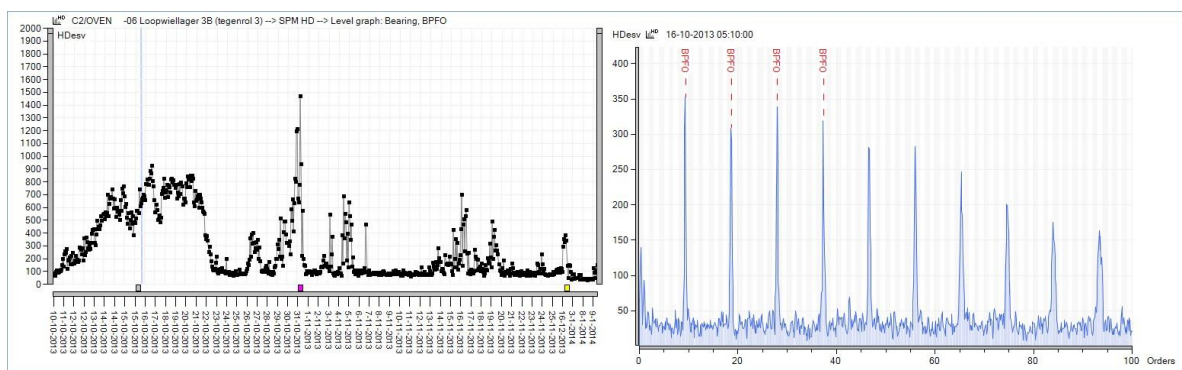


Fig 4. SPM HD Color Spectrum Overview montrant une augmentation progressive de l'amplitude sur la fréquence BPFO, ainsi que le processus d'écailage. À la fin du mois d'octobre, une brève mais forte augmentation de la fréquence BPFO est observable.

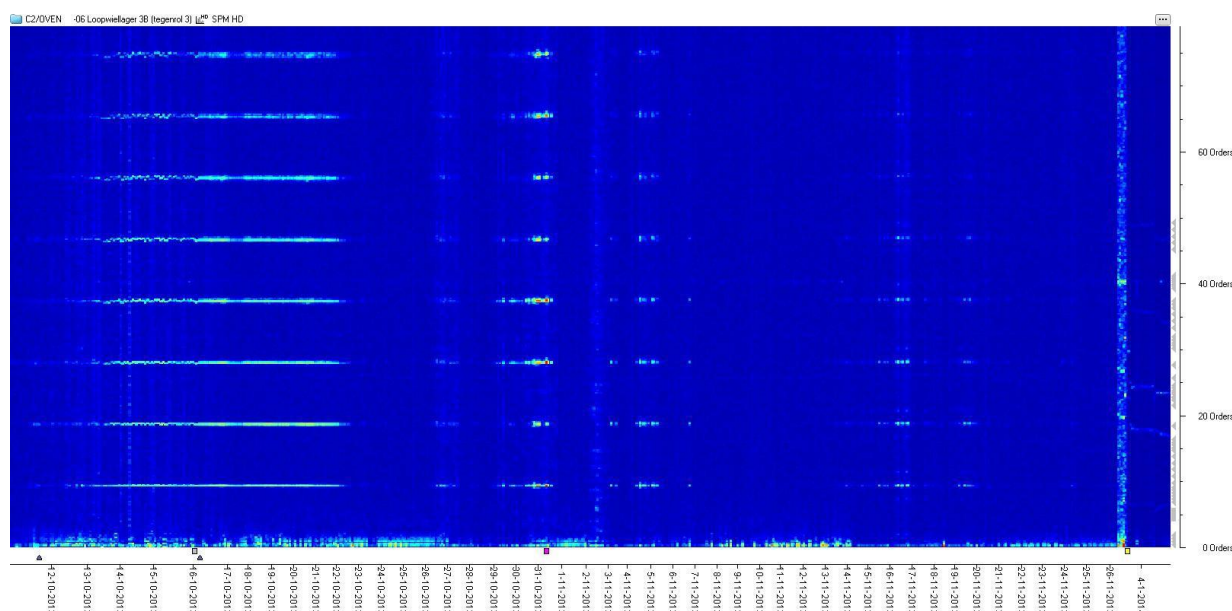
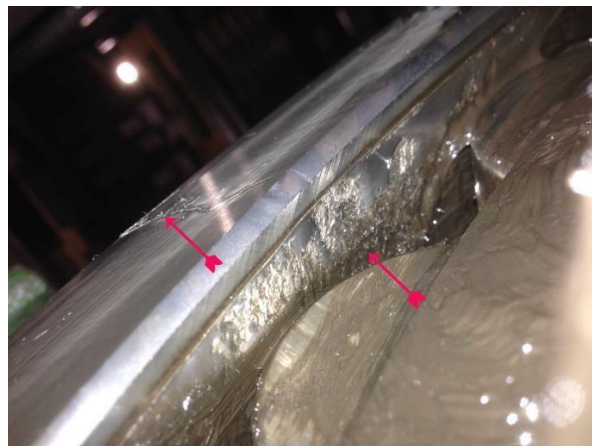


Image 2. Photos du roulement 3B montrant les dommages. Le roulement a été remplacé début janvier 2014



5.2 Cas #2: Dommages bagues extérieures– Roulement 1B avec DuoTech/HD ENV

Fig 5. Les mesures SPM HD avec les DuoTech ont débuté le 14 mars 2017. Les mesures SPM HD réalisées avec les transducteurs 44000 avaient déjà détecté les premiers signes de défauts sur la bague extérieure en juin 2016, offrant ainsi plus de dix mois de préavis.

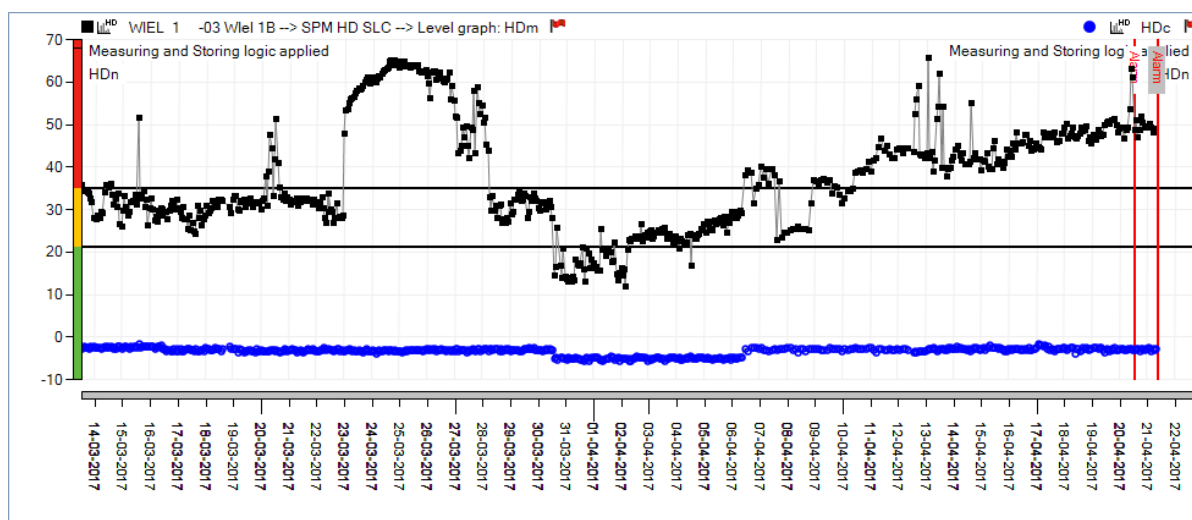


Fig 6. Graphique de tendance BPFO et spectre FFT. Faible niveau de bruit dans le spectre FFT.

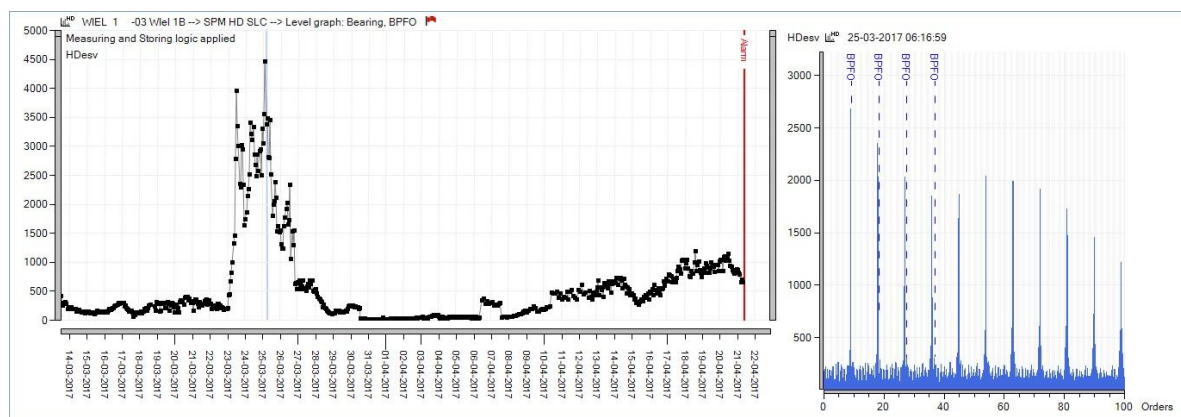


Fig 7. Le processus d'écaillage est clairement visible dans le **Color Spectrum Overview**.

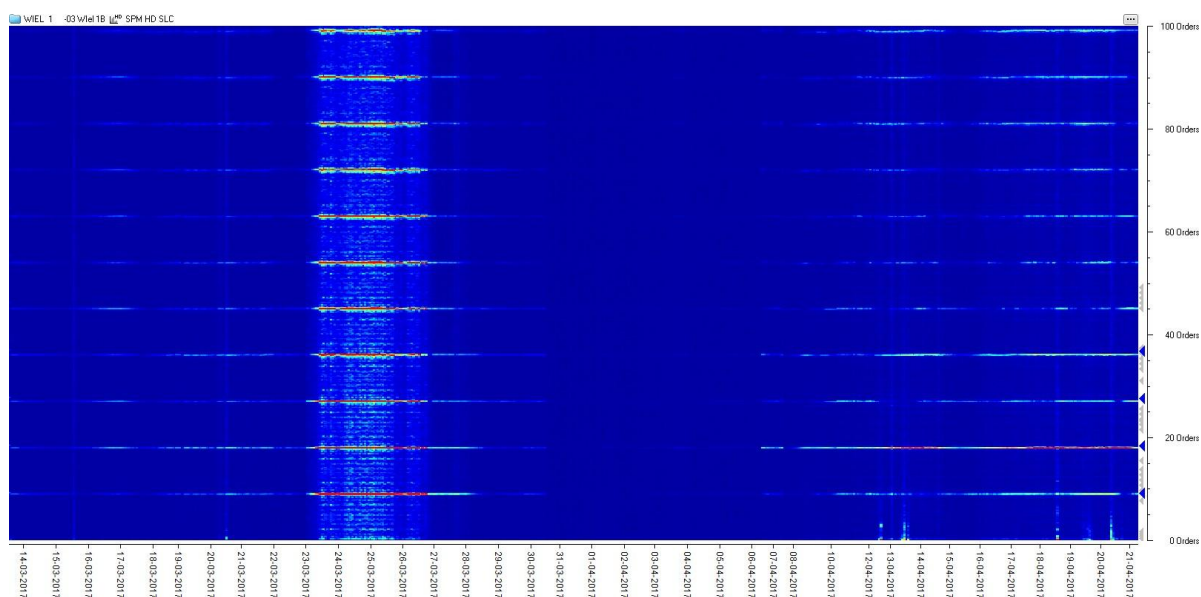


Fig 8. Aux alentours du 5 avril 2017, des mesures HD ENV ont été ajoutées, révélant des signes clairs d'usure sur la bague extérieure du roulement.

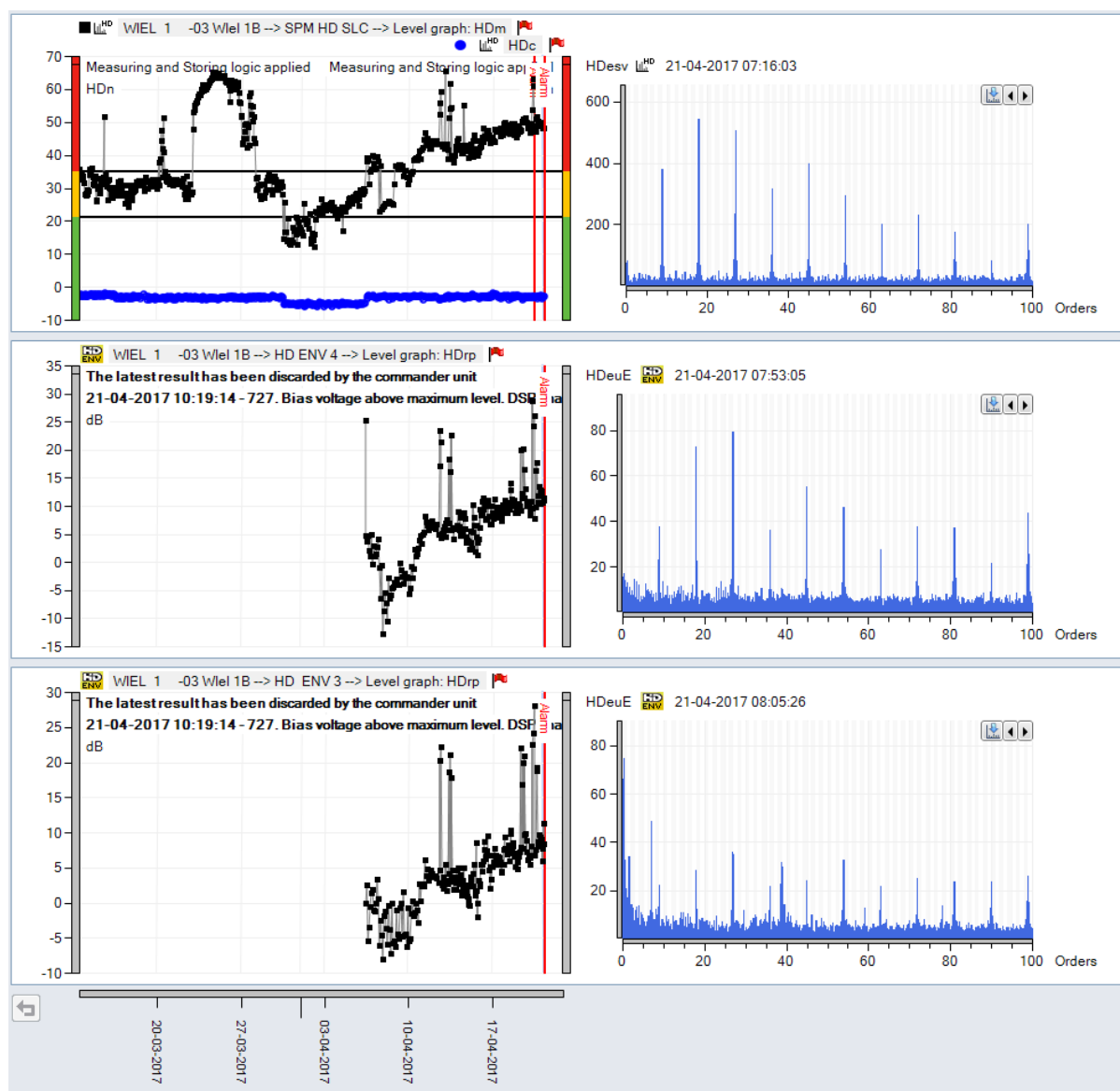


Image 3. Photos du roulement 1B prises après son remplacement.



5.3 Cas #3: Dommage bague intérieure/extérieure – roulement 3B avec DuoTech/HD ENV

Fig 9. Les mesures SPM HD avec les accéléromètres DuoTech ont débuté le 12 avril 2017. Les mesures SPM HD réalisées avec les transducteurs 44000 avaient déjà détecté les premiers signes de défauts sur la bague extérieure en juillet 2016, offrant ainsi plus de neuf mois de préavis. Sur le graphique de tendance SPM HD ci-dessous, la valeur HDm était déjà élevée en raison de la présence d'un défaut sur la bague extérieure. La valeur HDc ne montre aucun signe d'interférence électrique.

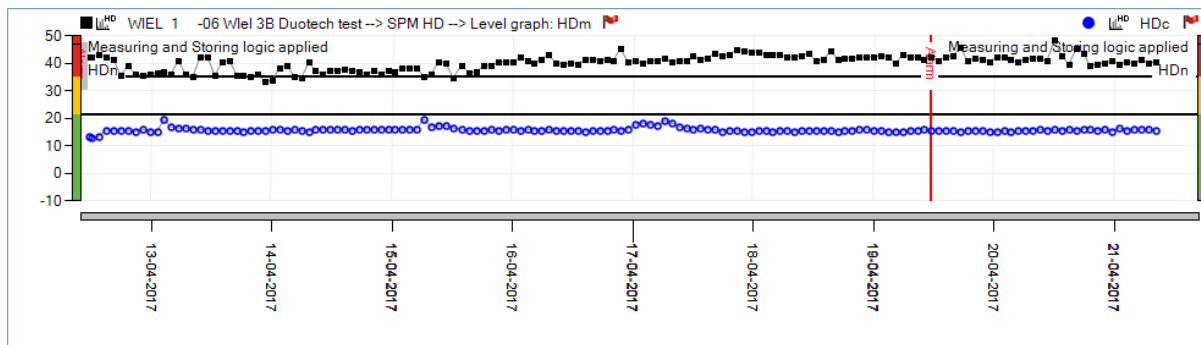


Fig 10. Le graphique de tendance BPFI commence à montrer une augmentation des niveaux à la mi-avril. La fréquence BPFI est marquée dans le spectre FFT. De fortes bandes latérales sont observables.

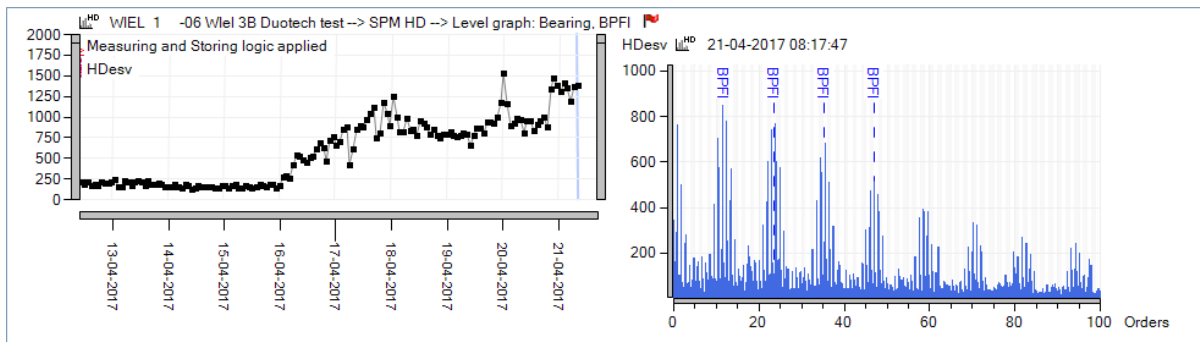


Fig11. Le défaut sur la bague extérieure est présent dès le début. L'augmentation soudaine et marquée de la fréquence de défaut sur la bague intérieure, incluant les harmoniques et les bandes latérales, est clairement visible dans le **Color Spectrum Overview**.

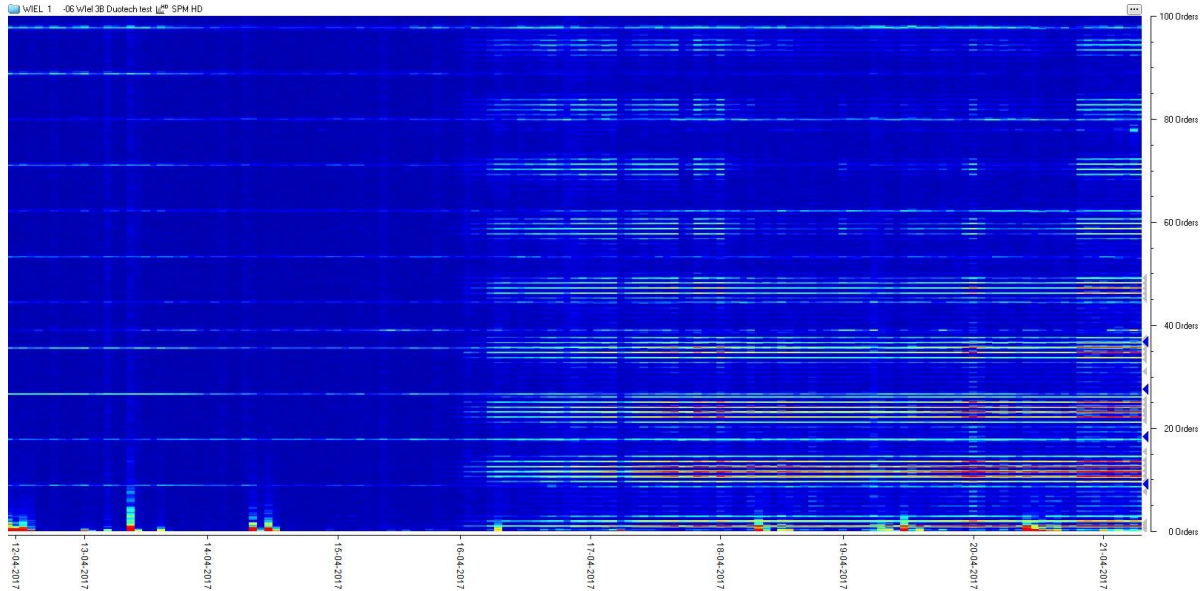


Fig 12. Le défaut sur la bague intérieure est efficacement détecté avec les filtres HD ENV 4 et 3.

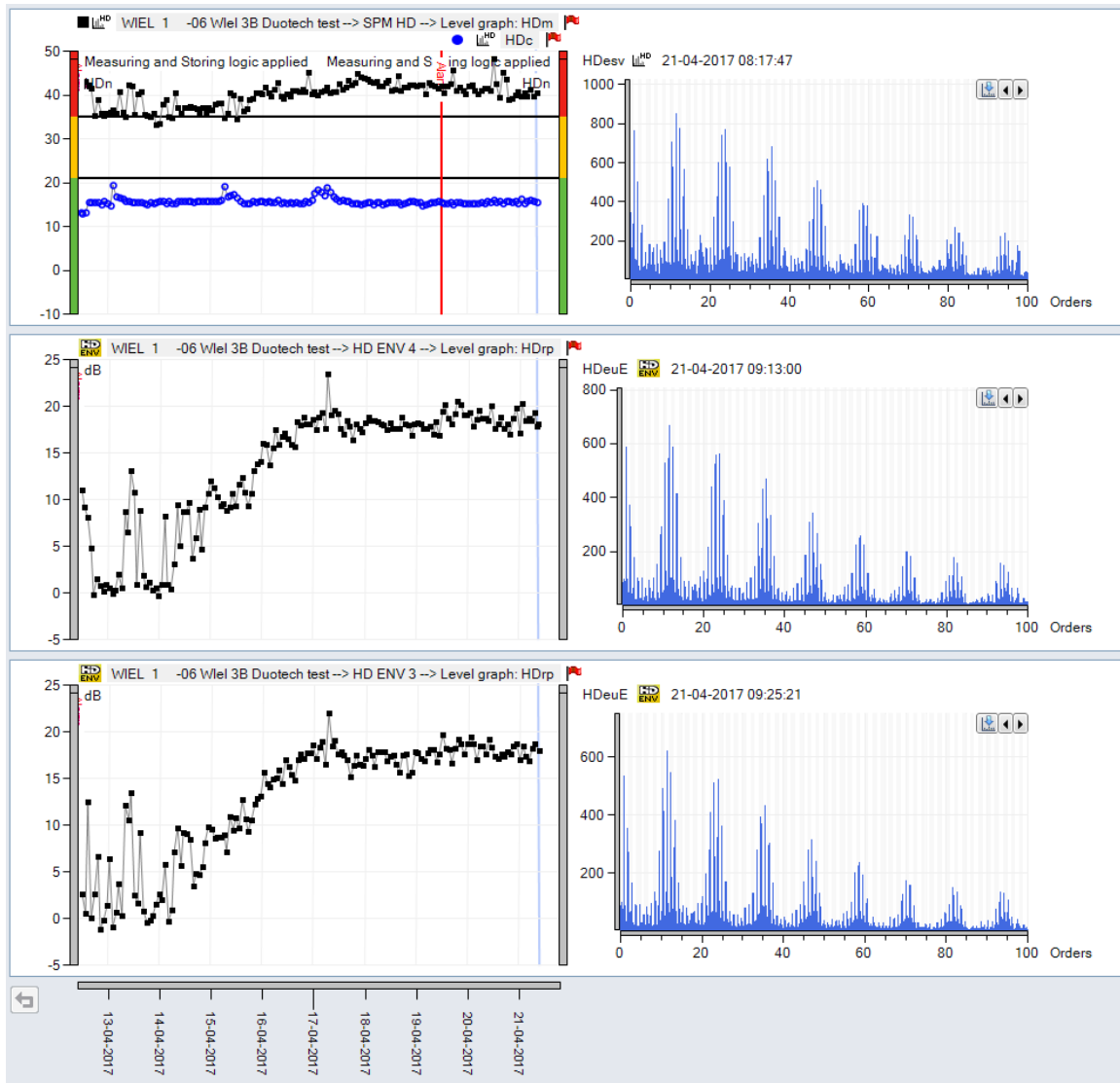


Fig 13. Le **Color Spectrum Overview** ressemble à celui du SPM HD. Il est très net, ce qui indique un faible niveau de bruit et confirme la capacité des capteurs DuoTech à être utilisés dans des environnements soumis à de fortes interférences électriques.

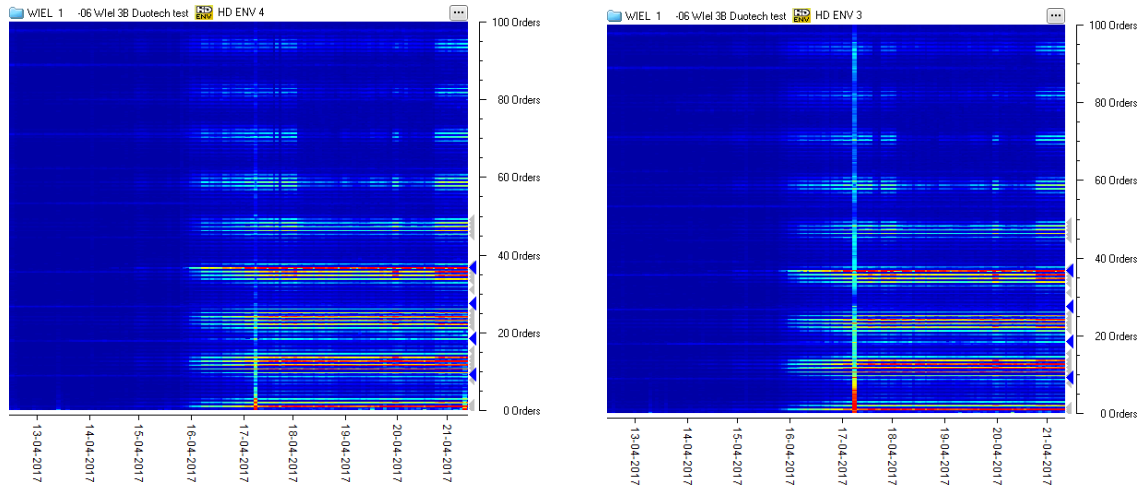


Image 4. Photos montrant des dommages sévères – niveau 4 – sur la bague intérieure et la bague extérieure du roulement.



5.4 Cas #4: Manque de lubrification sur les roulements du ventilateur

Fig 14. Mesure SPM HD montrant une augmentation des niveaux HDm/HDe. Les carrés en bas du graphique de tendance indiquent les dates de lubrification du roulement.

