



Diagnostic des défauts par analyse vibratoire



On peut ranger les défauts de fonctionnement en quatre catégories :

- Défauts de rotor
- Défauts électriques
- Défauts de roulements
- Défauts d'engrenages



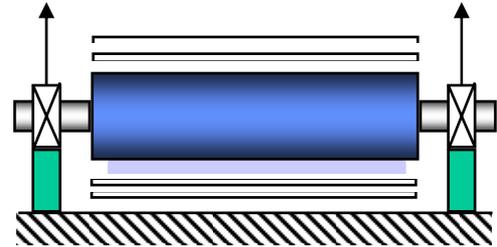
Balourd (1)

Vibration : Principalement radiale

Fréquence : Vitesse de Rotation

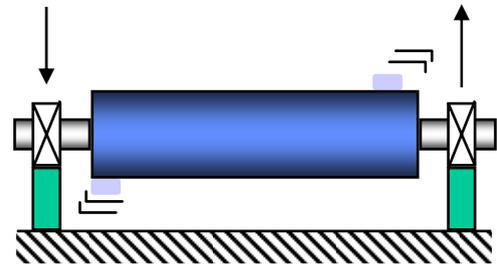


Balourd (2)



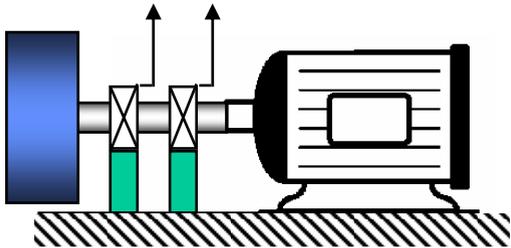
Déséquilibre Statique

- Phase identique sur chaque palier
- Vibration principale radiale



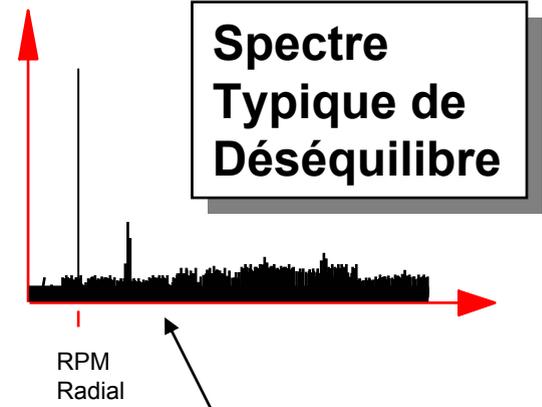
Déséquilibre Dynamique

- Déphasage de 180° entre les paliers
- Vibration principale radiale



Déséquilibre typique d'un rotor

- Vibration Radiale et Axiale
- Déséquilibre statique et dynamique existant simultanément



A Noter: Fort déséquilibre = Harmoniques



Vibration : Radiale & axiale

Fréquence : Vitesse de Rotation

Souvent, 2^{ème} harmonique

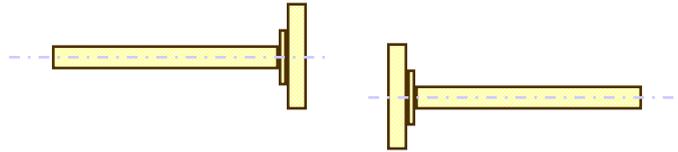
Quelque fois 3^{ème} et 4^{ème}



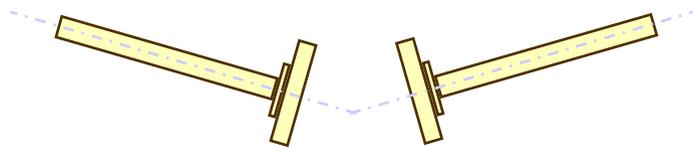
Désalignement (2)

3. Désalignement

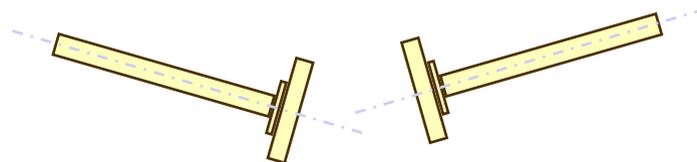
- Décalage d'axe :



- Désalignement angulaire :



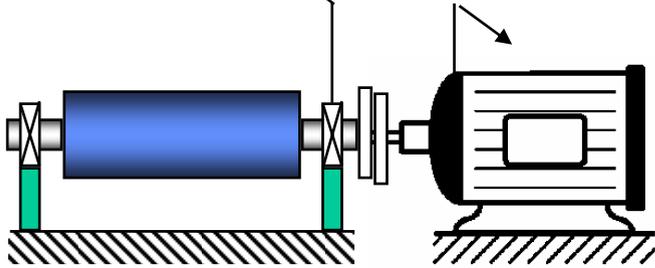
- Combinaison des deux:



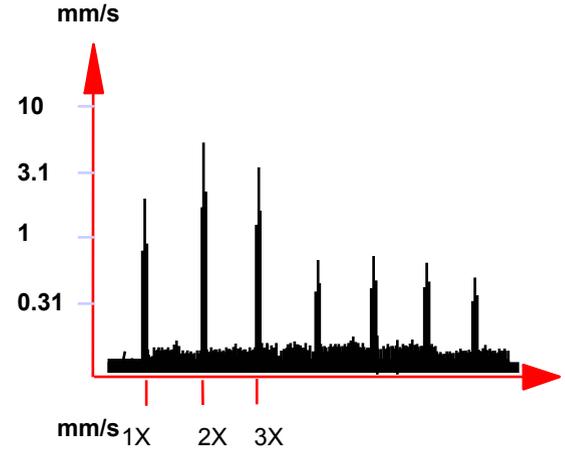


Désalignement (3)

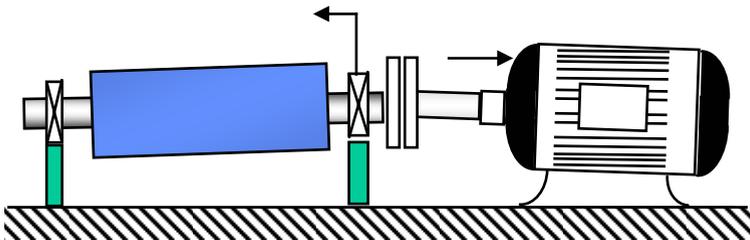
A. Décalage d'axe



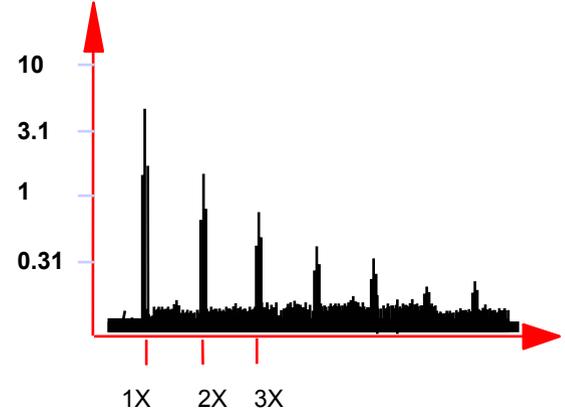
Vibration Radiale : déphasage approx. 180°
2X souvent prépondérante



B. Désalignement angulaire



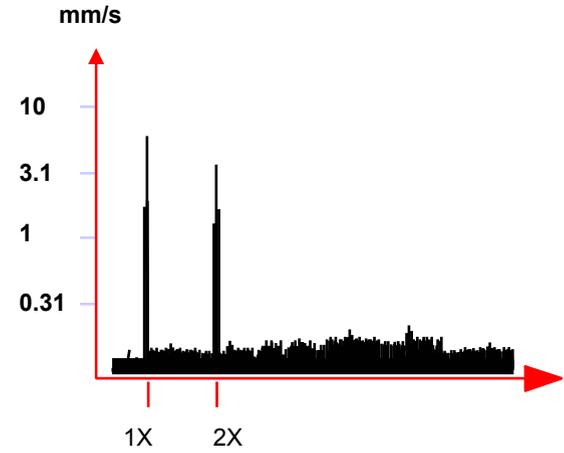
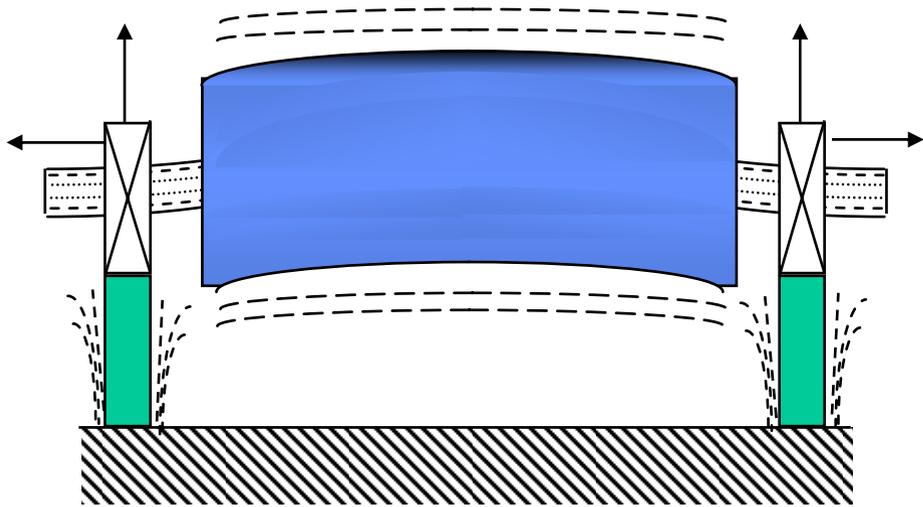
Vibration Axiale : déphasage approx. 180°
1X , 2X or 3 X augmentent



A Noter:
Désalignement apparaît souvent que sur 1X



Fléchissement d'arbre



- **Vibration Axiale et Radiale**
- **Déphasage de 180 ° en Axial**
- **0 ° en radial**

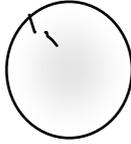
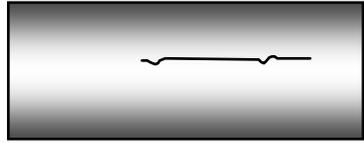
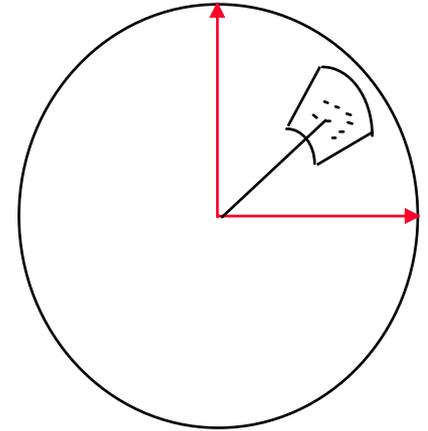


Fissuration

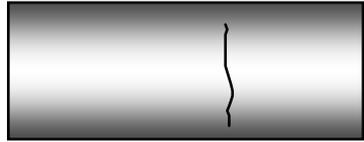
Les fissurations d'arbre sont détectées en surveillant

- Amplitude et Phase de 1X et 2X de la vitesse de rotation.
- Surveillance des caractéristiques de montée et descente en régime lors du passage à la fréquence de résonance.

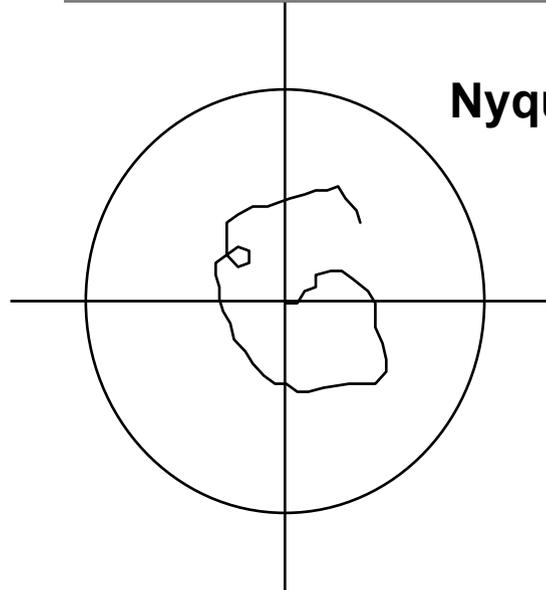
Historique Position X/Y



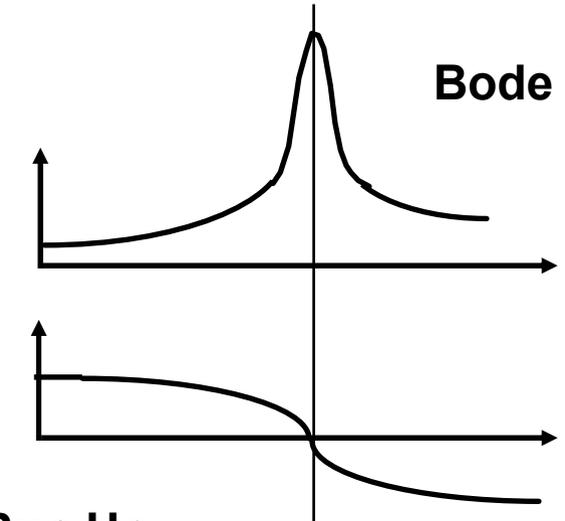
Fissure Longitudinale



Fissure Radiale



Nyquist



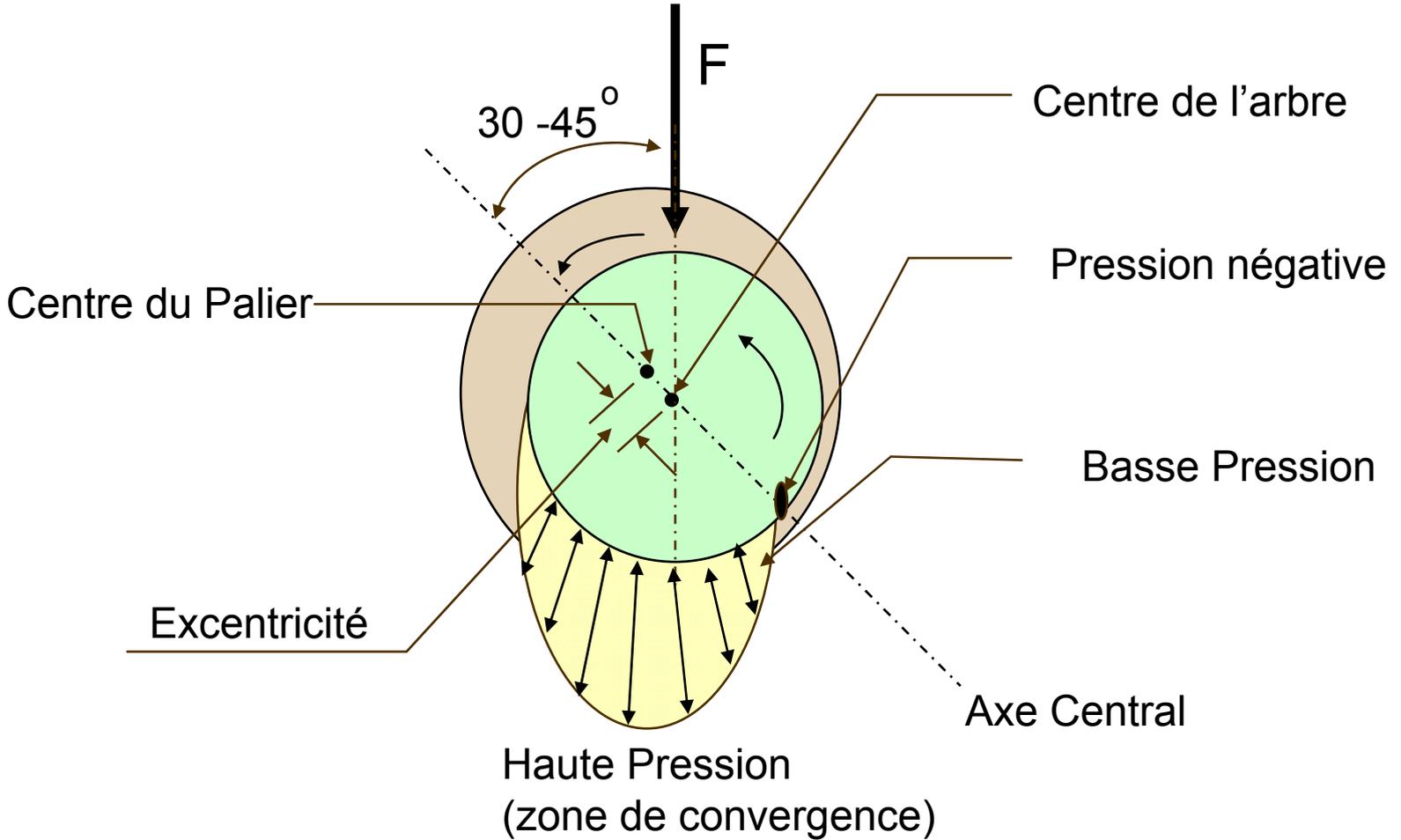
Bode

1X Run Up



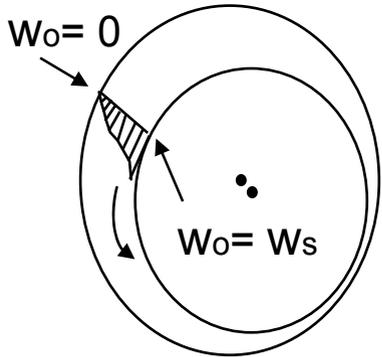
Paliers lisses

Mécanisme





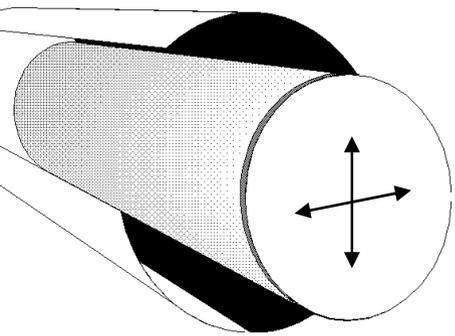
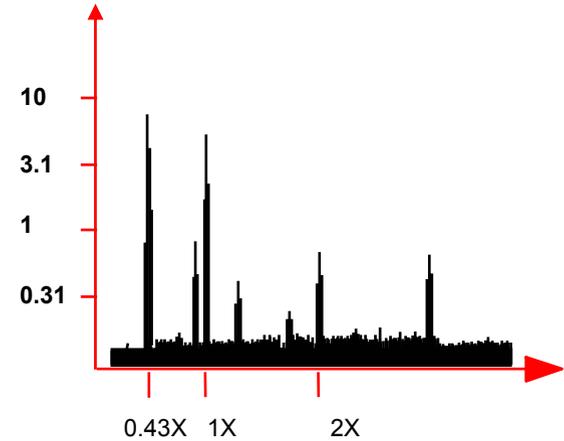
Problèmes de Palier



Instabilité du film d'huile

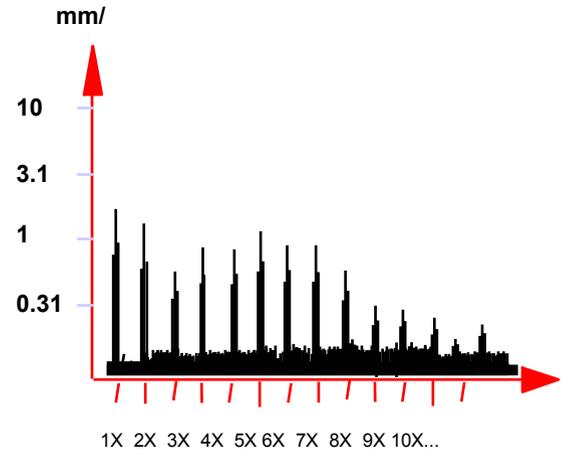
- 42 % à 47 % f_0
- Peut apparaître à 0.3 - 0.7X dans certains cas
- Non Synchrones

$W_0 \sim 0.3 - 0.5 W_s$



Problème de Jeu

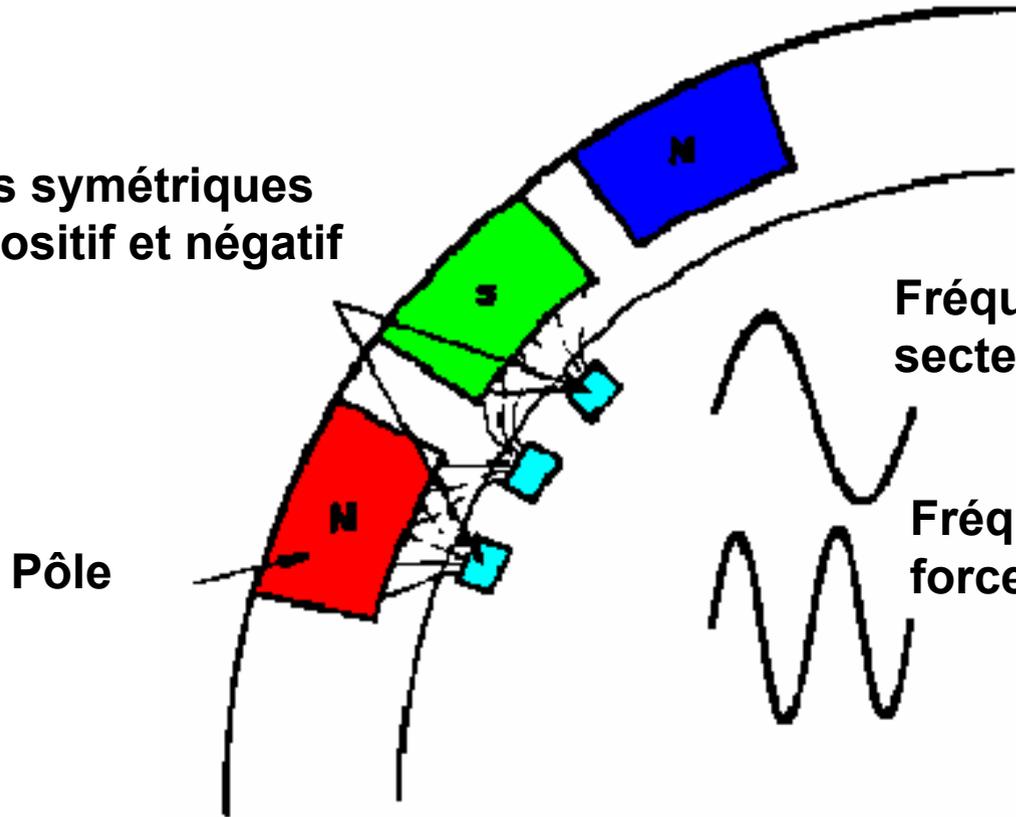
- Harmonique de f_0





Problèmes Électriques (1)

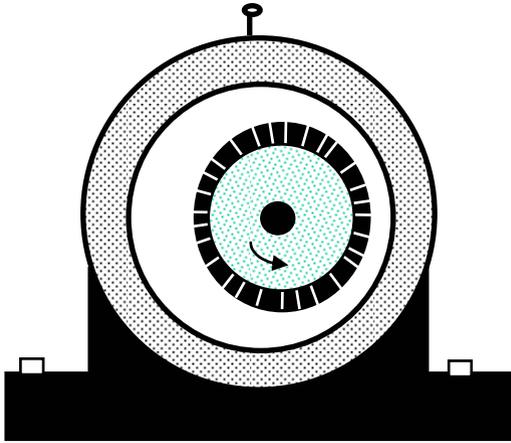
Conditions symétriques pour pôle positif et négatif



 **Fréquence des forces électromagnétiques = 2 x fréquence secteur**

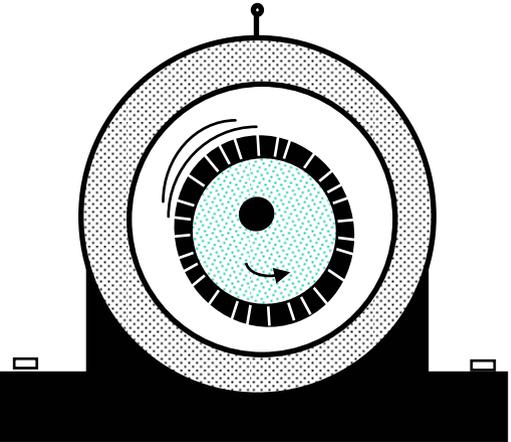
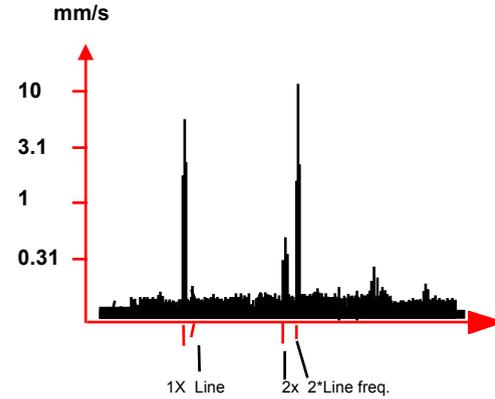


Problèmes Électriques (2)



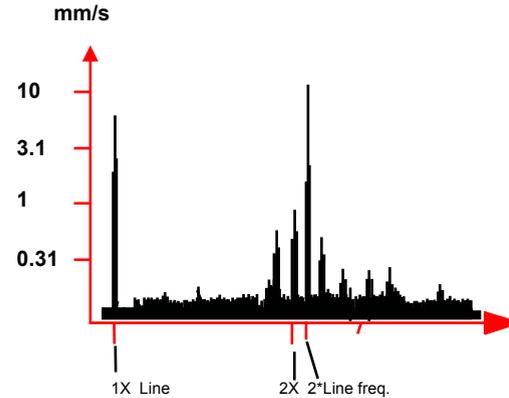
Excentricité du Stator Jeu du Support de Stator

- 2^{ème} Harmonique



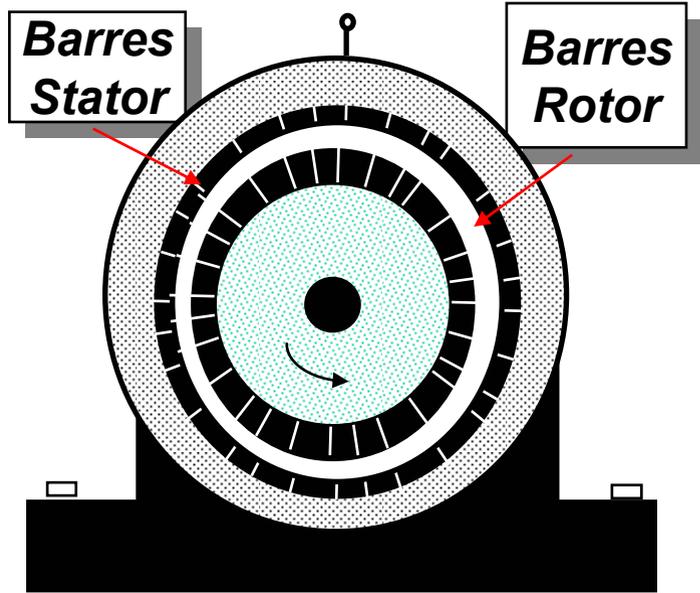
Excentricité Rotor (Statique)

- 2 * fréquence secteur et Bandes latérales à la Fréq. Pass. de Pôles autour de 2 * fréquence secteur



$\text{Fréq. Pass. Pôle} = \text{Fréq. Glisst.} \cdot N^{\text{bre}} \text{ de Pôles}$
 $\text{Fréq. Glisst.} = \text{Fréq. Alim.} - (\text{Frot} \cdot \text{Nbre de Pôles} / 2)$
 $\text{Fréq. Synchron} = \text{Fréq. Secteur} / \text{Nbre de Pôles}$

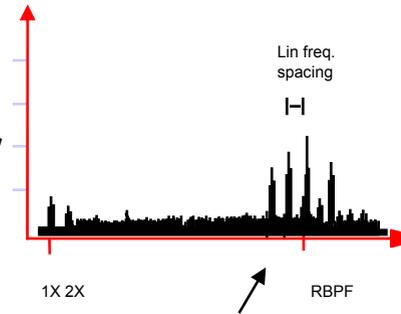
Moteur Élec. : Fissures sur Barres de Rotor



Barre de Rotor Cassée Fissure sur Barre de Rotor Desserrage de Barre de Rotor

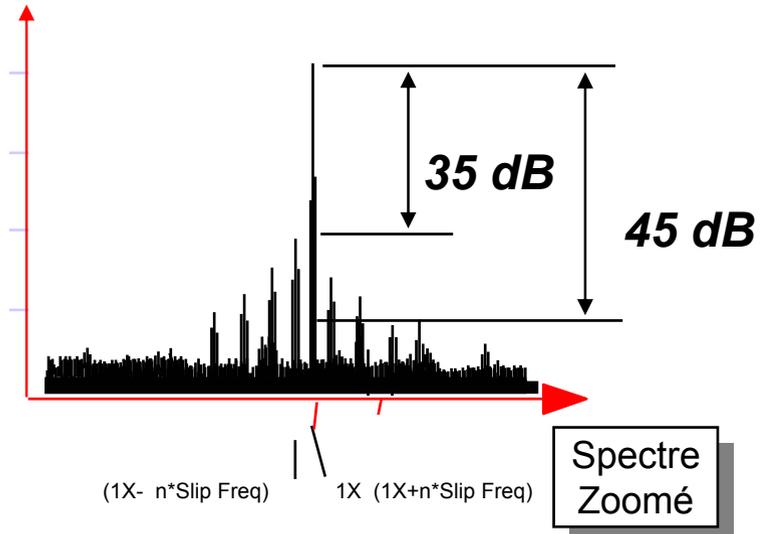
- Bandes Latérales de **Fréq. De Glisst** autour de **1X, 2X 3X etc.**

< - 35 dB = Sérieux
> - 45 dB = OK.



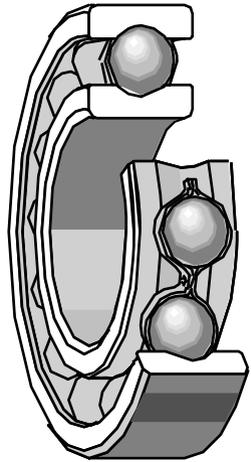
Un jeu au niveau des barres rotoriques peut aussi causer des bandes latérales espacées de la fréquence secteur, autour de F.B.R. and 2*F.B.R.

Fréq. Pass. Pôle = Fréq. Glisst.* N^{bre} de Pôles
Fréq. Glisst.. = Freq.Alim - (F.Rot*Nbre de Pôles/2)
Fréq. Barres Rotor = Nbre de Barres Rotor * Frot.

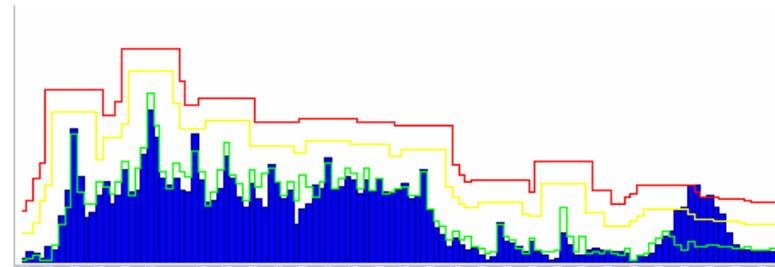




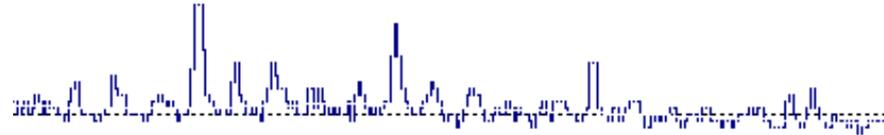
Roulements (1)



Défaut de roulement détecté avec le PBC à haute fréquence



Spectre d'enveloppe utilisable pour détection et diagnostic des défauts de roulements



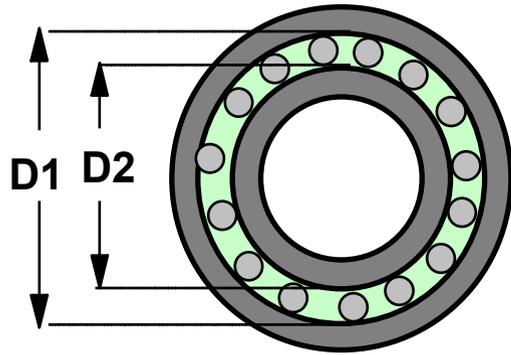
Pas de défaut sur roulements

Spectre d'enveloppe « plat »





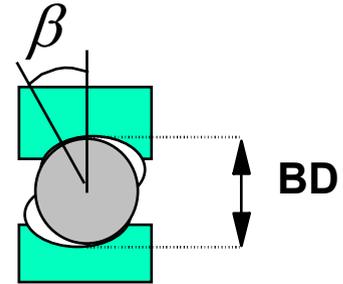
Fréquences de Roulements



$$PD = \frac{D1 + D2}{2}$$

n = nombre de billes

f_r = fréquence de rotation



BPFO = $f_{outer} \text{ (Hz)} = \frac{n}{2} f_r \left(1 - \frac{BD}{PD} \cos \beta \right)$

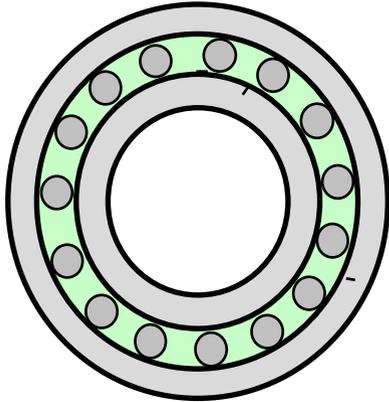
BPMI = $f_{inner} \text{ (Hz)} = \frac{n}{2} f_r \left(1 + \frac{BD}{PD} \cos \beta \right)$

BSF = $f_{ball} \text{ (Hz)} = f_r \frac{PD}{BD} \left[1 - \left(\frac{BD}{PD} \cos \beta \right)^2 \right]$

$f_{cage} \text{ (Hz)} = \frac{1}{2} f_r \left(1 - \frac{BD}{PD} \cos \beta \right)$



Défauts Typiques sur Roulements par Analyse d'Enveloppe

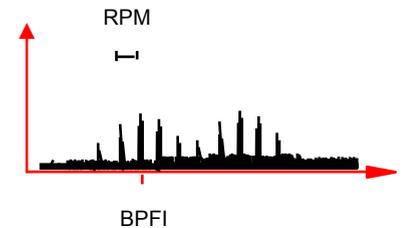


1. Défaut de bague extérieure



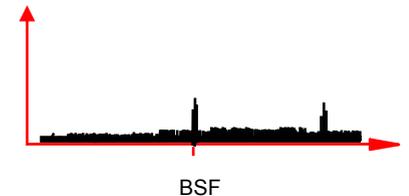
2. Défaut de bague interne

- Fréquence spécifique avec bandes latérales à f_0



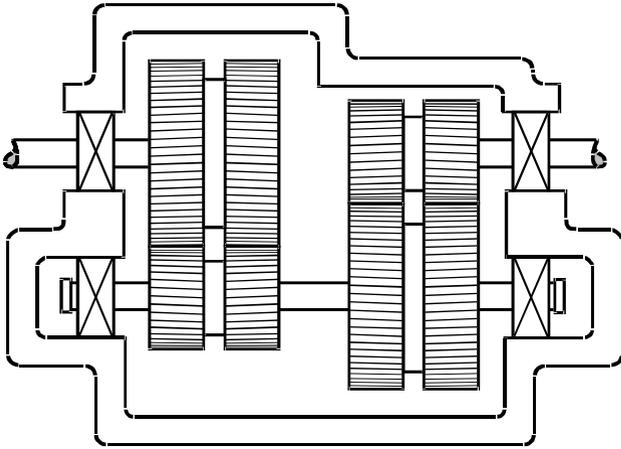
3. Défaut de billes

- Requiert une action immédiate.



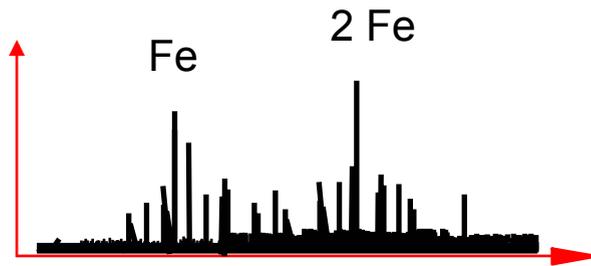


Engrenages



Les engrenages produisent des spectres complexes

L'analyse Cepstrale et le moyennage temporel simplifient énormément le travail d'analyse des défauts sur les engrenages



Spectre sur un engrenage

- Les défauts font apparaître des familles de bandes latérales autour de la fréquence d'engrènement (Fe) et harmoniques de Fe.

Cepstre sur un engrenage

- L'énergie de chaque famille de bande latérale (défaut) est aisément quantifiable

FIN