



8^{ème} journée – Commission Machines Tournantes :

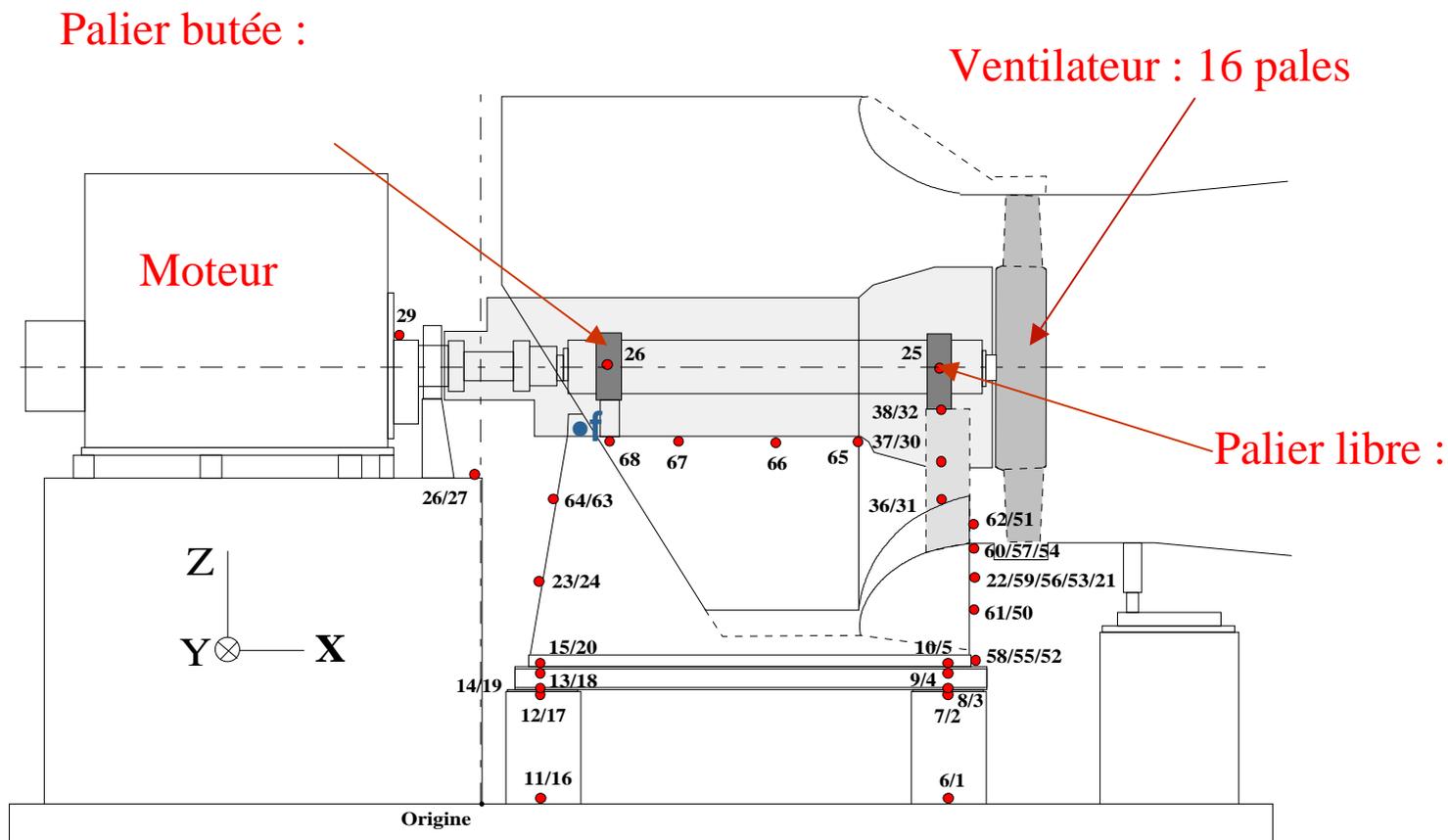
14 juin 2011

Systeme d'équilibrage Actif

Ph VOINIS – EDF R&D



Description du VAT : Ventilateur Additionnel de Tirage Système de dépollution des pour centrale thermique



- vitesse nominale de rotation : 750 tr/mn
- Masse du rotor : 17 Tonnes
- Puissance : 8 MW

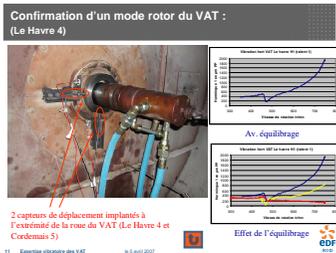
Rappel du contexte :

3 unités équipées de VAT :

- Cordemais 4 & 5,
- Le Havre 5.

Problème vibratoire du VAT existe depuis leur mise en service 97-98 :

- Expertises :
 - **Fonctionnement à une vitesse de rotation proche d'une vitesse critique,**
Pas de conception vibratoire du constructeur,
Grande sensibilité vibratoire,
 - **Désordres mécaniques : défauts de type balourd,**
Dépôts de résidu des fumées sur les pales du ventilateur
(détachement des résidus),
Fuite d'huile du vérin de commande des pales,



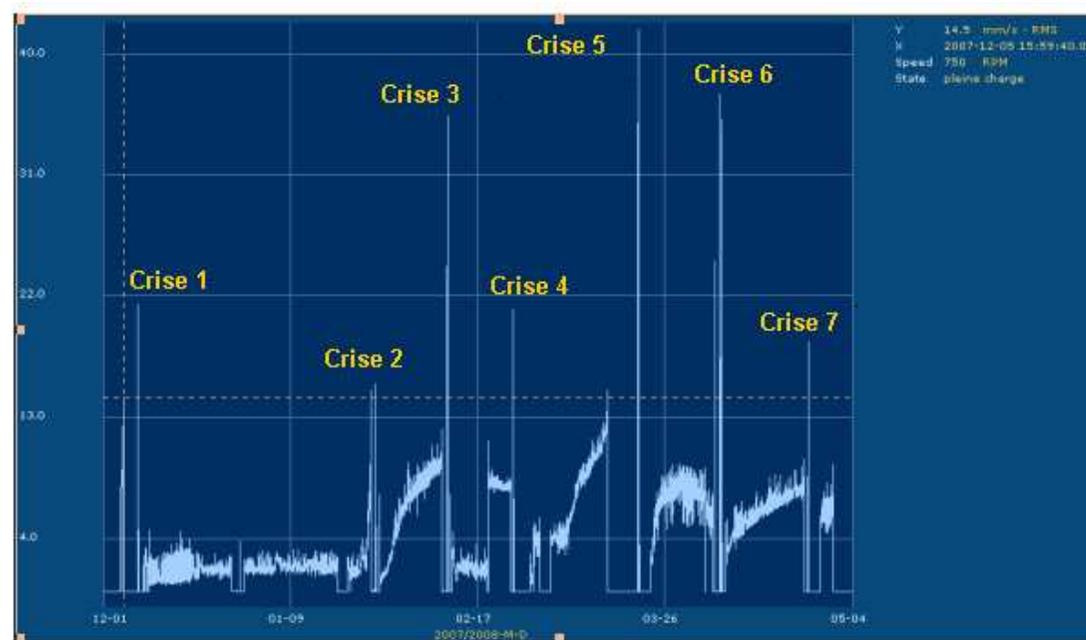
Surveillance vibratoire du VAT du Havre 4 :

Mise en place d'une surveillance vibratoire du VAT sur Le havre 4 :

- Surveillance sur la période nov./07 – mai 08 :
- Paramètres surveillés :
 - 6 Vibrations paliers libre et butée dans les 3 axes (H, V, Ax),
 - 2 Déplacements extrémité rotor VAT (H, V),
 - Top tour,
 - Débit des fumées
 - Angle d'orientation des pales,



Palier libre horizontal



12/07

05/08

Synthèse du REX :

1 – Le VAT fonctionne sur **une vitesse critique de son rotor (Pb conception)** qui crée une sensibilité vibratoire importante

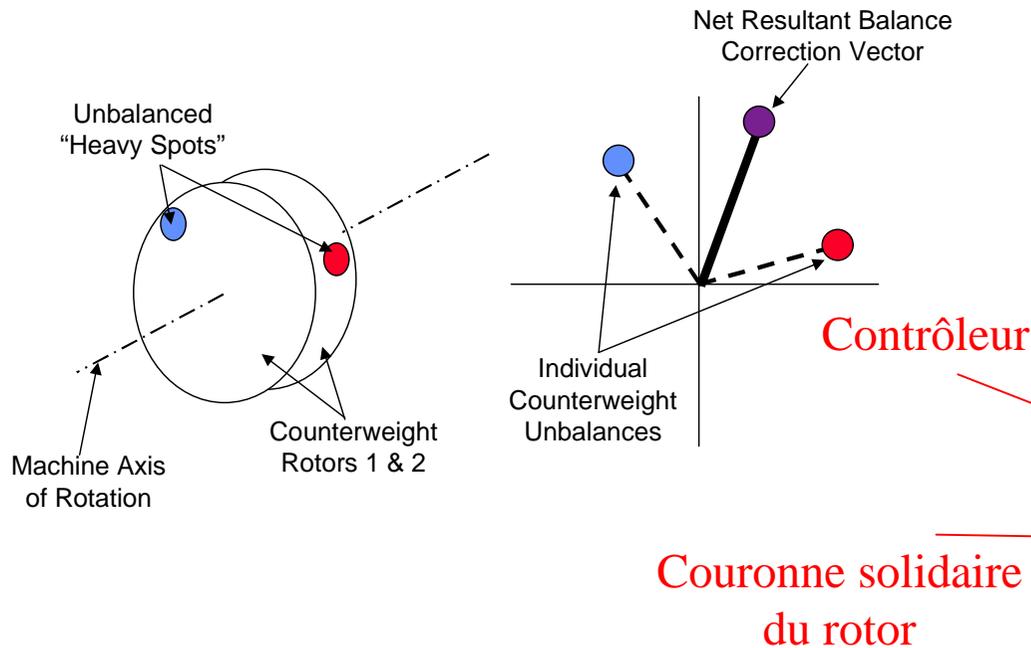
2 – **Des désordres mécaniques diverses du VAT engendrent des balourds** générateurs de fortes vibrations

3 – Les fuites d'huiles du vérin de commande du VAT du Havre 4 ont perturbé son exploitation entre déc/07 et mai/08, une crise vibratoire en déc/07 n'avait pas pour origine une fuite d'huile,

4 – l'équilibrage classique constitue une solution efficace pour corriger le comportement vibratoire du VAT.

Evaluation d'un système d'équilibrage actif sur banc d'essais

Systeme d'équilibrage actif LORD



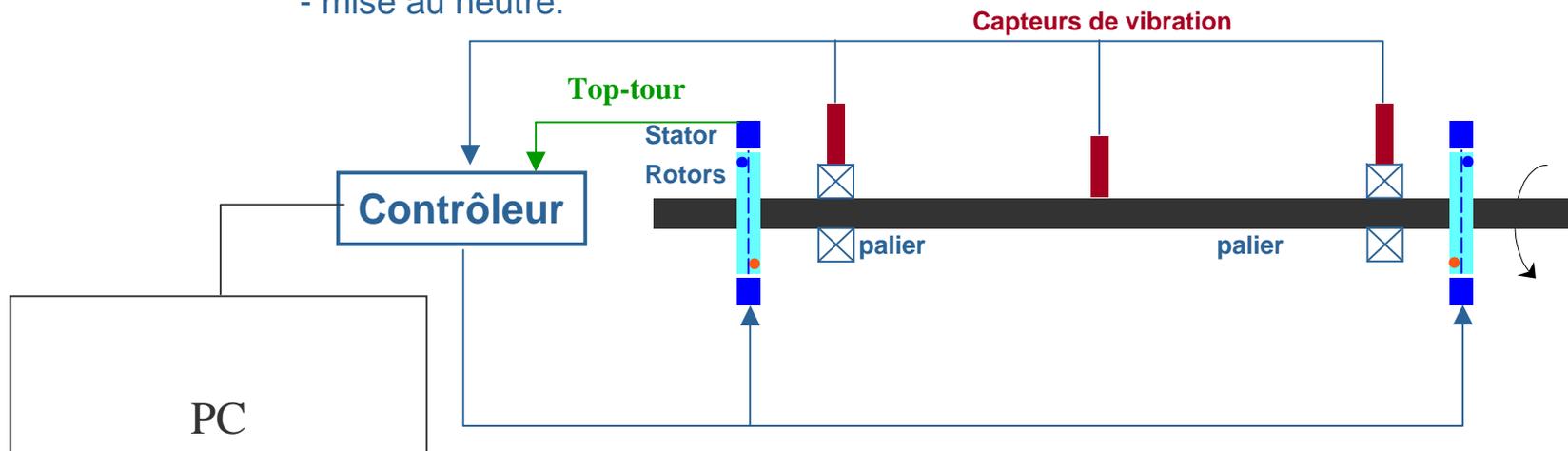
Systeme d'équilibrage actif
LORD Corporation

La couronne solidaire du rotor dispose de trois disques, dont 2 disques (avec un balourd = B) peuvent se déplacer en rotation. Ainsi, il est possible d'obtenir un balourd à la phase souhaitée d'une amplitude de 0 à $2B$.

Pour le contrôle, une unité mesure les vibrations et calcule l'équilibrage à mettre en œuvre.

Principe de fonctionnement

1. Capteurs de vibrations (accéléromètres/capteurs de déplacement)
2. Contrôleur
3. Rotor et Stator (un ou deux systèmes)
4. Un PC pour configurer le contrôleur (paramètres) et le mode d'utilisation :
 - fonctionnement tout automatique,
 - équilibrage à la demande,
 - équilibrage manuel,
 - mise au neutre.



Implantation sur le banc essais EUROPE

Implantation réalisée en 2008 :

- Réception réalisée avec le constructeur LORD novembre 2008,



Banc Europe



4 Modes de fonctionnement

1. Mode tout automatique :

- Après configuration du contrôleur (PC), le contrôleur assure l'équilibrage automatiquement lorsque les niveaux de vibrations dépassent les seuils programmés.
- L'opération est automatique sans intervention d'un opérateur.
- Après configuration, le PC peut être débranché.

2. Equilibrage à la demande (single rebalance) :

- Le contrôleur réalise un équilibrage en automatique à la demande d'un opérateur,
- Après équilibrage, le contrôleur attend un nouvel ordre de l'opérateur.

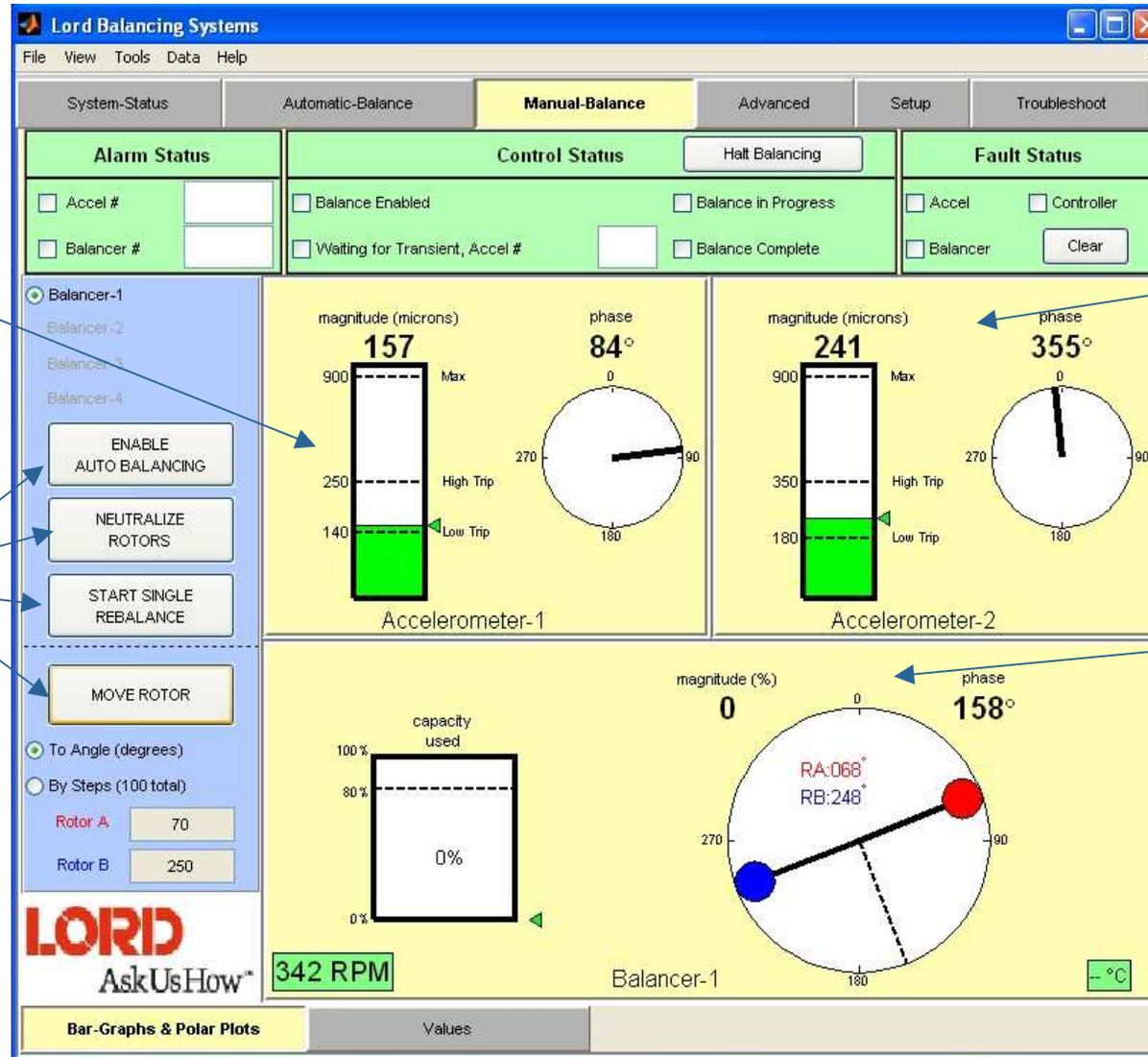
3. Mise au neutre :

- Le contrôleur supprime le balourd mis en place en positionnant les 2 couronnes en opposition de phase.

4. Equilibrage manuel :

- C'est l'opérateur qui décide du déplacement des 2 disques :
 - Mode step (100 steps/tour),
 - Mode angle, il positionne chaque disque aux angles qu'il a déterminé,

Interface du contrôleur :



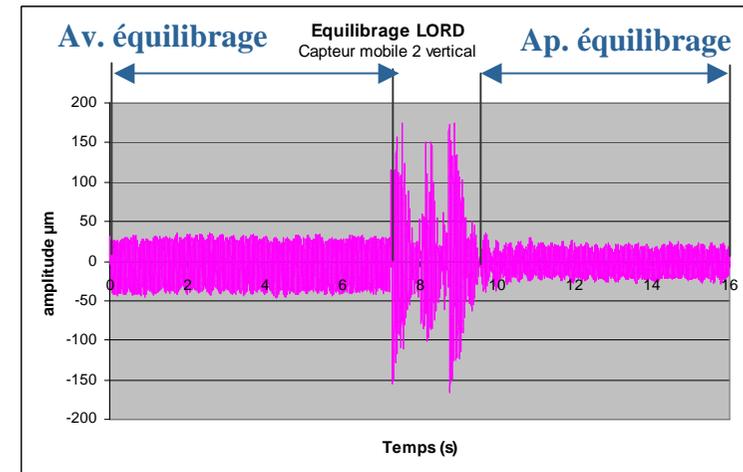
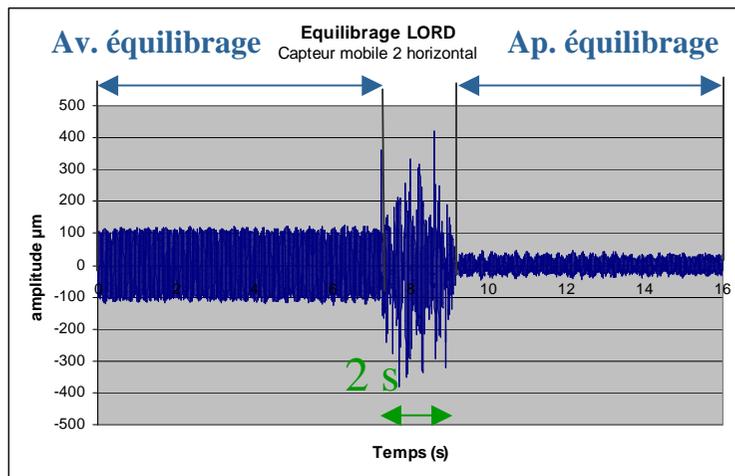
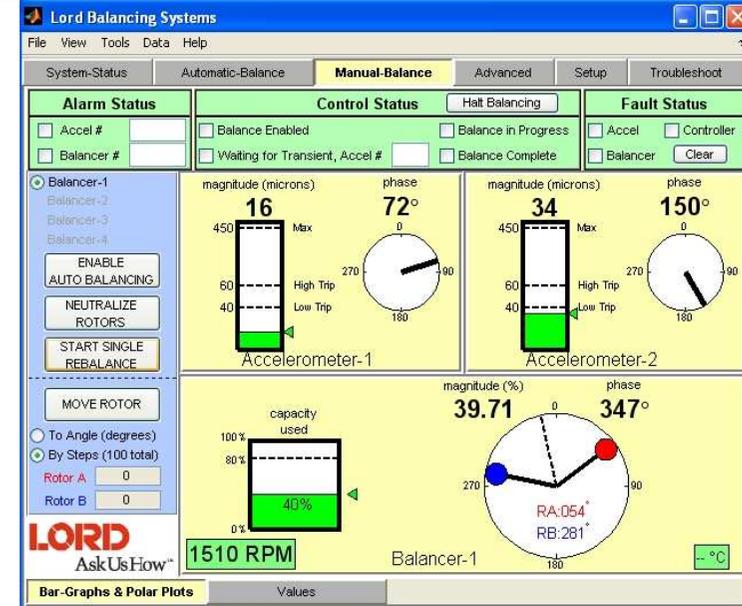
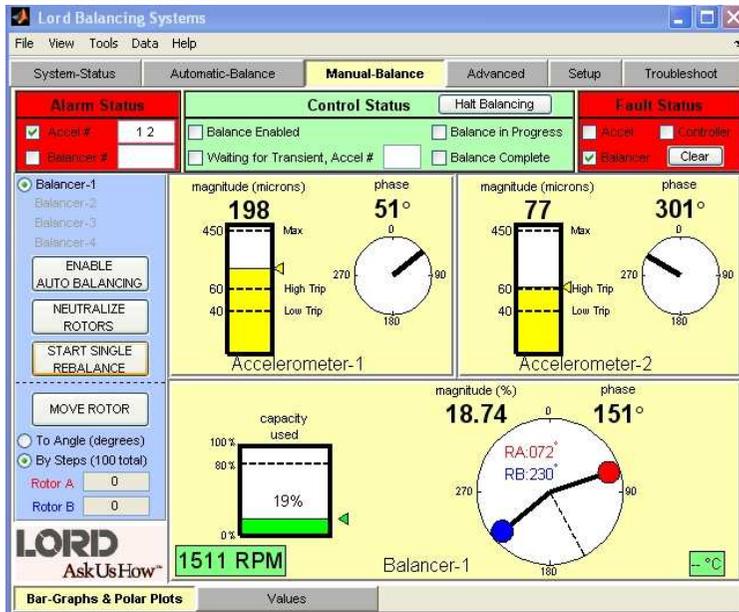
Niveau et phase de vibration du capteur 1

Niveau et phase de vibration du capteur 2

Les 4 modes de fonctionnement

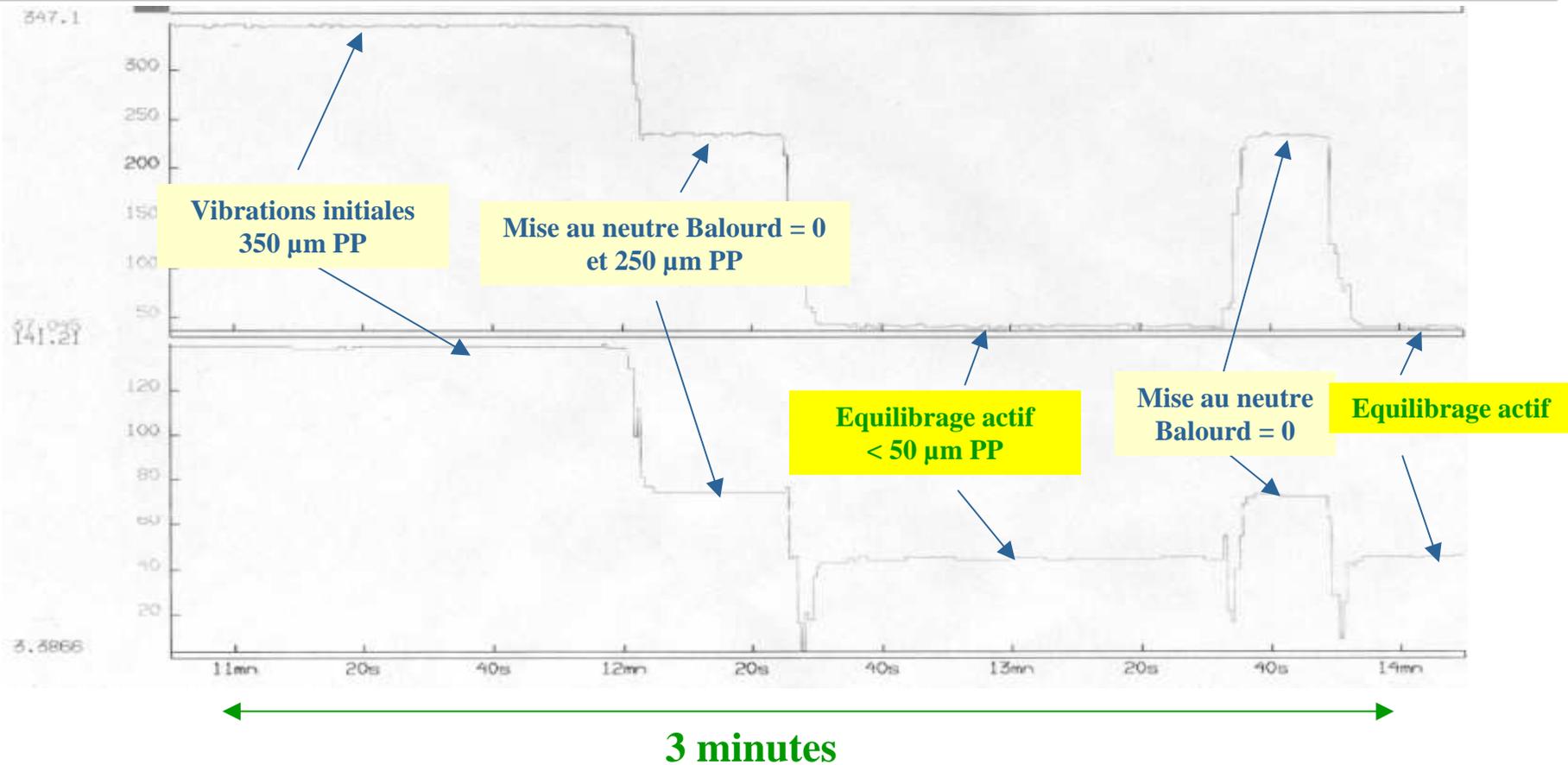
Position des masses d'équilibrage : phase équivalente et amplitude du balourd en %

Exemple : équilibrage actif à 1500 tr/mn



Exemple : équilibrage actif à 1500 tr/mn

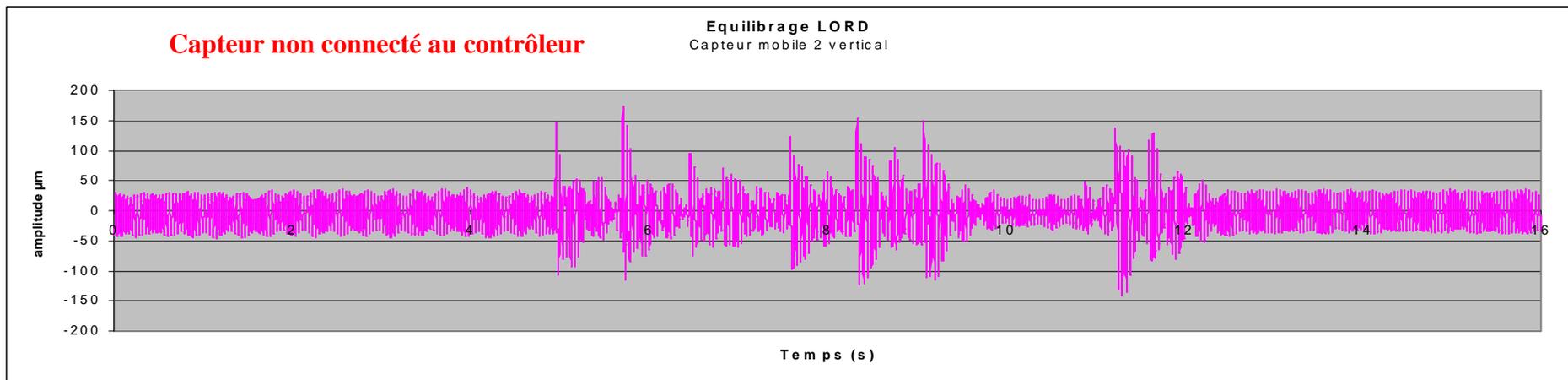
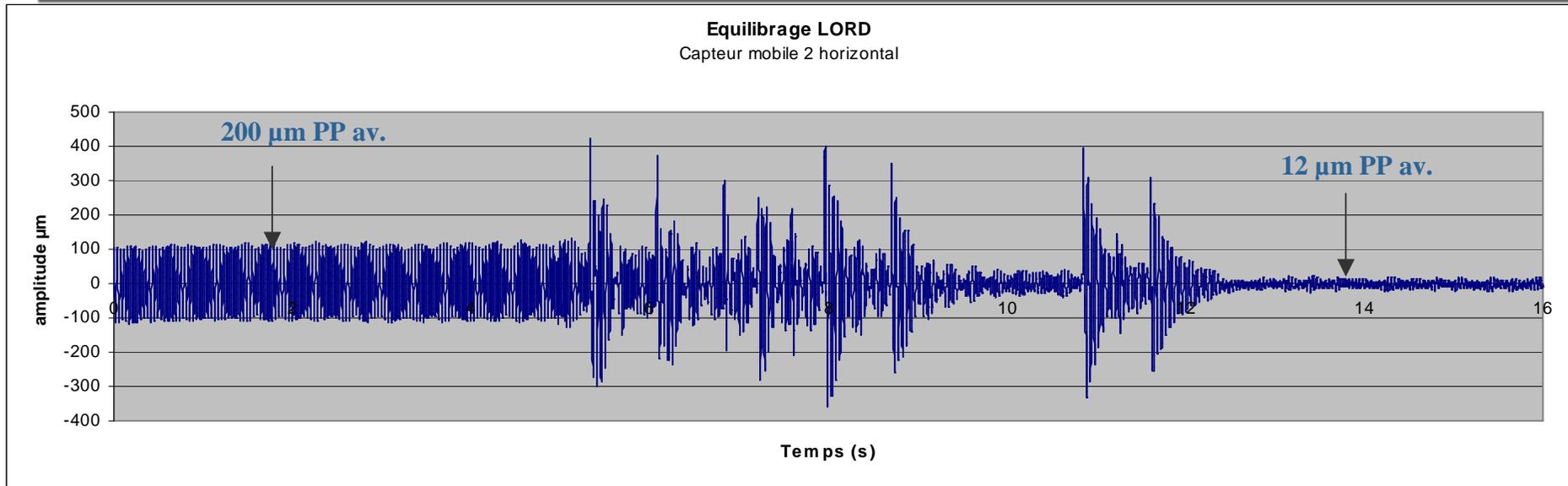
(suite)



- Suivi de plusieurs tests d'équilibrage (Système de suivi vibratoire système PSAD)

Fonctionnement mode dégradé :

1 capteur de mesure débranché (mobile 2 vertical)



– Fonctionnement satisfaisant en mode dégradé avec la simulation d'un capteur HS



Conclusions et perspectives

➤ Evaluation sur banc d'essais d'un système d'équilibrage actif LORD,

- Bon fonctionnement du matériel,
- Équilibrage rapide,
- Conception robuste du système et du contrôleur,

➤ Evaluation d'un montage sur un matériel industriel de type VAT,

- Mise en place délicate sur un matériel industriel,
- Limitation en température du système d'équilibrage actif 110 °C (fumée : 120-140°C),
- Réserve de l'exploitant à introduire un système agissant sur l'aspect vibratoire (risque de disfonctionnement),
- Risque de masquer des défauts mécaniques graves (fissuration d'arbres, dégradations mécaniques, ..),
- Risque d'utilisation inadaptée de la part d'un exploitant,
- Mise en œuvre industrielle sur des ventilateurs de cimenterie.

➤ Perspectives :

- Pas de mise en œuvre industrielle à EDF:
 - Amélioration du comportement vibratoire des VAT,
 - Phase de re-conception des VAT avec augmentation de débit et modification de la vitesse critique,

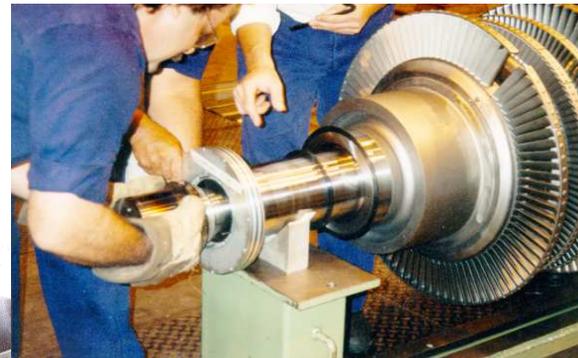
Systeme d'équilibrage actif

Exemples d'applications industrielles



Machine Outils

Ventilateurs Industriels



Turbo machines

Aéronautique



Caractéristiques

Balancer Assembly:	Small Balancer	Medium Balancer	Large Balancer
Min/Max. Shaft Mounting Diameter	Up to 4" Up to 101 mm	Up to 8" Up to 203 mm	Up to 12.8" Up to 325 mm
Balancer Outside Diameter	345 mm	486 mm	615 mm
Balancer Max Width	2.13" 54 mm	2.48" 63 mm	3.70" 94 mm
Min/Max Speed* <i>(Dependant on Capacity)</i>	500 – 3600 RPM	500 – 2100 RPM	500 – 1200 RPM
Min/Max Capacity	50 – 600 oz-in 3,600 – 43,200 g-cm	400 – 1600 oz-in 28,800 – 115,200 g-cm	1,000 – 4,500 oz-in 72,000 – 324,000 g-cm
Rotating Weight	43 lbs	85 lbs	200 lbs
IP Rating	IP-65	IP-65	IP-65
Temperature Range* <i>(Dependant on Speed and Capacity)</i>	0°F – 200°F	0°F – 200°F	0°F – 200°F



Balourd max =
3.24 Kg.m

Coil Assembly:	Small Balancer	Medium Balancer	Large Balancer
Axial Range	+/- 3 mm	+/- 5.5 mm	+/- 9 mm
Coil Outside Diameter	15.95" 405 mm	22.05" 560 mm	27.55" 700 mm
Coil Max Width	2.13" 54 mm	2.48" 63 mm	3.70" 94 mm
Air Gap between Balancer and Coil	0.080" 2.0 mm	0.080" 2.0 mm	0.100" 2.5 mm
IP Rating	IP-65	IP-65	IP-65
Temperature Range	0°F – 200°F	0°F – 200°F	0°F – 200°F

