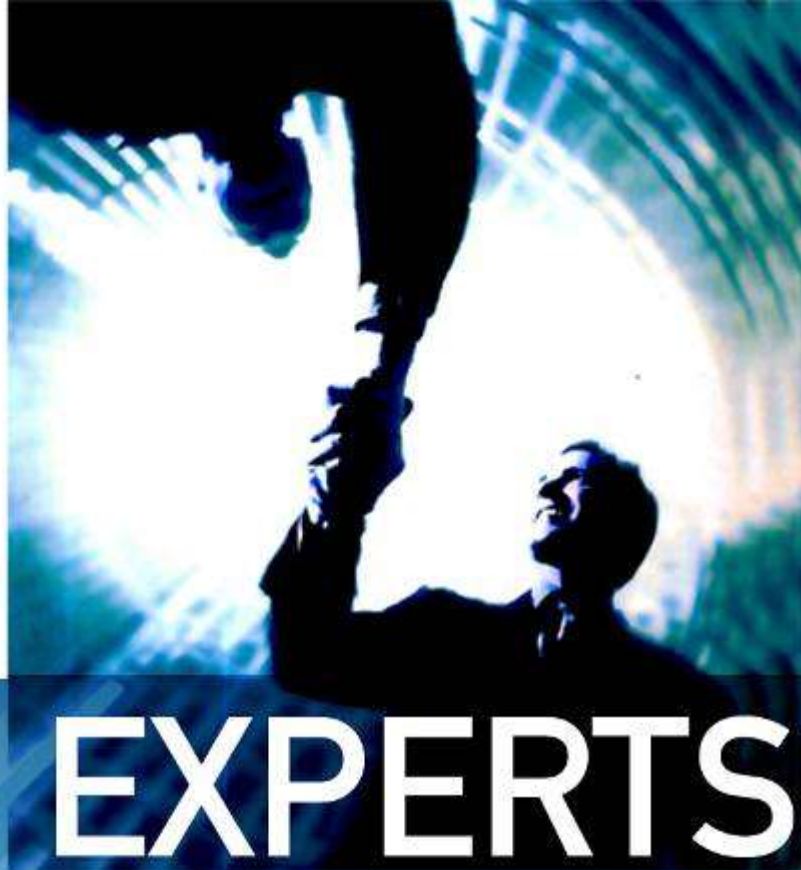


COMPTEZ SUR DES EXPERTS



Inspection des Moteurs Electriques par **Analyse Electrique** *Maintenance Conditionnelle*

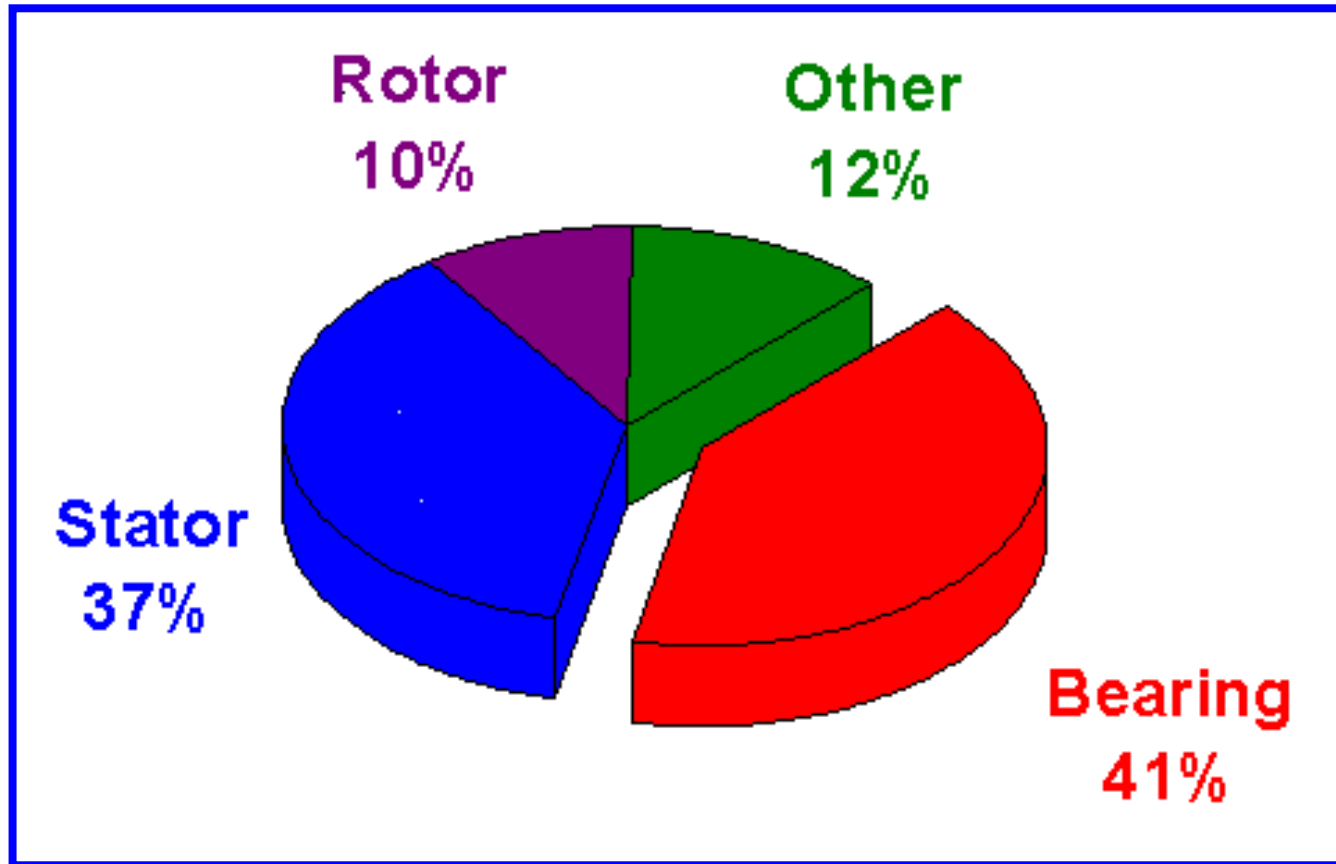
dBVib CONSULTING
Montée de Malissol
38200 VIENNE
Tél. : 04-74-16-19-90
Fax : 04-74-16-19-99

✓ Contrôle de moteurs électriques

- Pourquoi réaliser un contrôle des moteurs électrique ?
- Quelles sont les causes principales de problème sur les moteurs ?



✓ Contrôle de moteurs électriques



Source : PdMA – Etude en 2001

Introduction au Pdma MCEMAX



MCE™ (Motor Circuit
Evaluation)

Analyse statique des moteurs
électriques

EMAX™

Analyse dynamique des
moteurs électriques (en
fonctionnement)

MCE MAX™

Analyse statique et
dynamique des moteurs

Six zones de défauts

Zones de défaut	MCE Test à l'arrêt	EMAX Test Tests en fonctionnement
Qualité d'alimentation Power Quality	N/A	Power test <ul style="list-style-type: none"> Phase-to-Phase Voltages Harmonic Voltage Factor Voltage THD
Isolation Insulation	AC Standard <ul style="list-style-type: none"> Resistance-to-Ground Capacitance-to-Ground Polarization Index <ul style="list-style-type: none"> PI ratio > 2.0 Step Voltage Test	N/A
Circuit d'alimentation Power Circuit	AC Standard <ul style="list-style-type: none"> Phase-to-Phase Resistance Resistive Imbalance 	Power test <ul style="list-style-type: none"> Voltage Imbalance Current Imbalance
Stator	AC Standard <ul style="list-style-type: none"> Inductive Imbalance Rotor Influence Check (RIC)	Power test <ul style="list-style-type: none"> Impedance Imbalance Phase Power Factors In-Rush/Start-Up
Rotor	AC Standard <ul style="list-style-type: none"> Inductive Imbalance Average Inductance Rotor Influence Check (RIC)	Rotor Evaluation <ul style="list-style-type: none"> Pole-Pass Frequency sideband amplitude Swirl Effect @ 5th Harmonic Demod In-Rush/Start-Up
Excentricité Air Gap	AC Standard <ul style="list-style-type: none"> Inductive Imbalance Rotor Influence Check (RIC)	Eccentricity <ul style="list-style-type: none"> Amplitude of the 1st and 3rd sidebands of line frequency at the eccentricity frequency

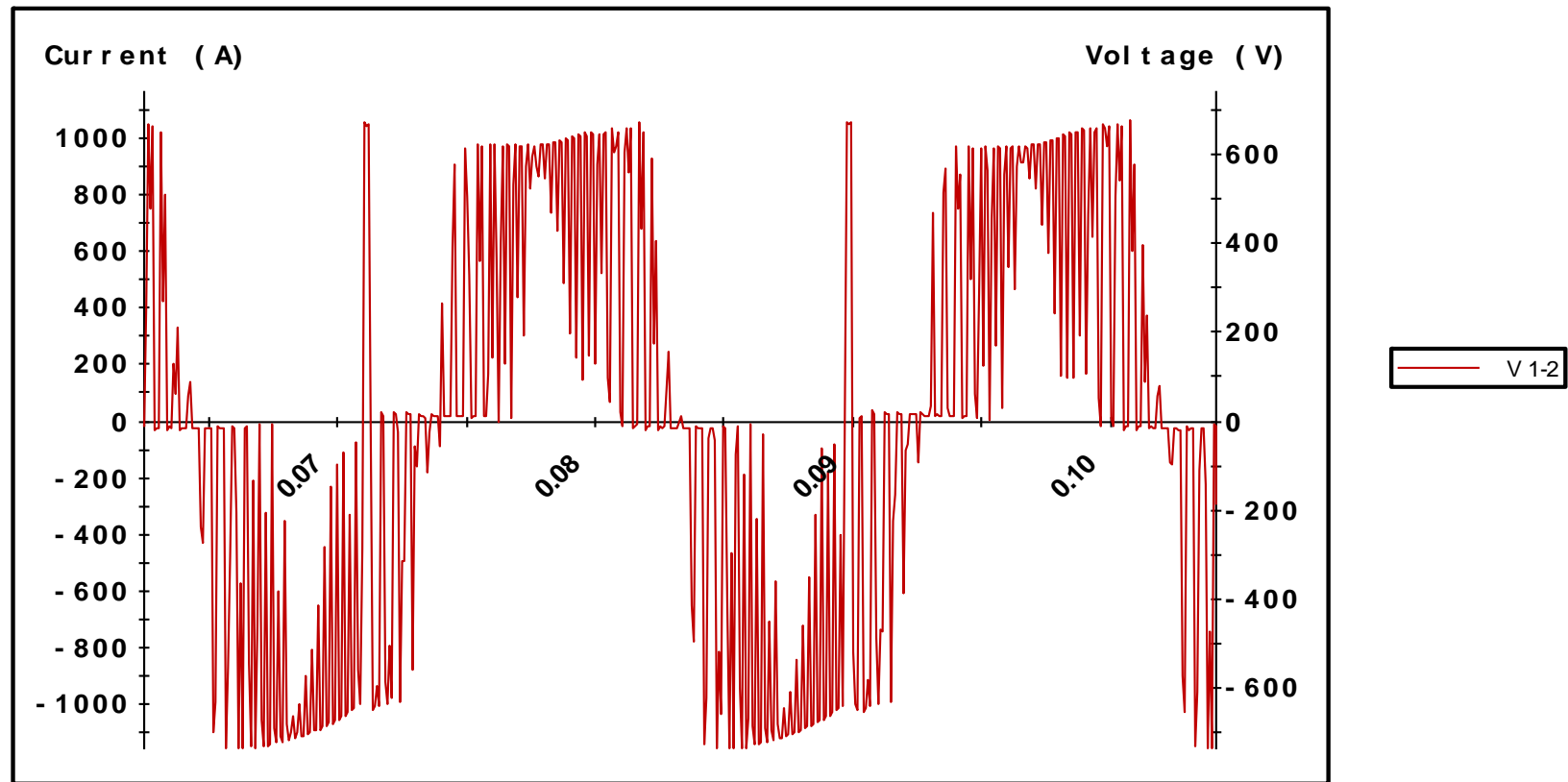
Zone 1 : Qualité d'alimentation

- Valeurs de tensions et courants
- Déséquilibre de tension et courant
- Taux de distorsion harmonique en tension et en courant
- Harmoniques en tension et en courant
- Déséquilibre d'impédance
- Facteurs de puissance

Zone 1 : Qualité d'alimentation

Signal de tension

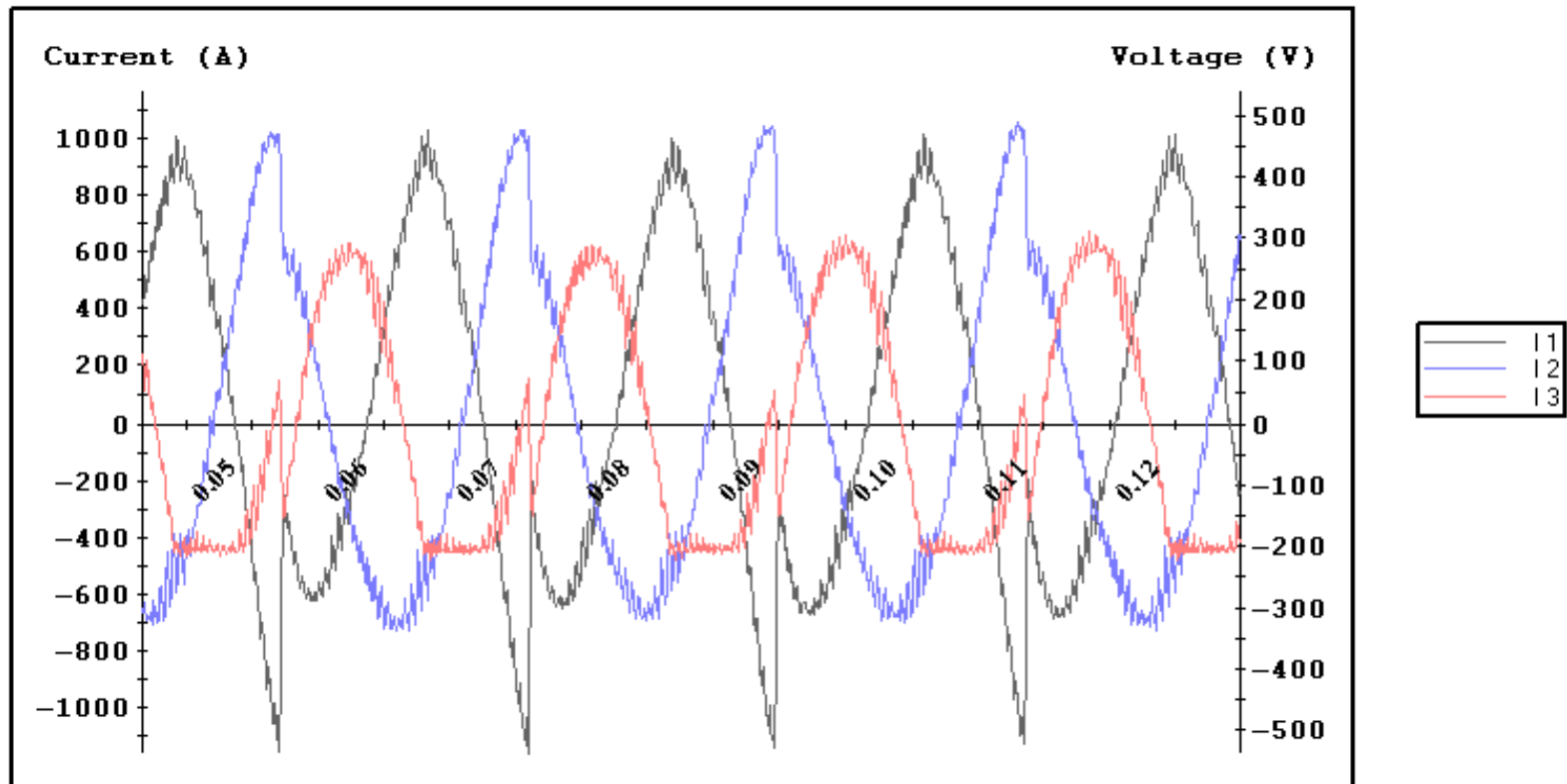
Voltage and Current Time Domain -- PUMP #2 12/11/2003 10:47:48 AM



Zone 1 : Qualité d'alimentation

Signal de courant

Voltage and Current Time Domain -- PUMP #2 12/11/2003 10:47:48 AM



Zone 1 : Qualité d'alimentation

Résultat du bilan de puissance

Fund RMS					Tot RMS					C.F					THD									
Voltage 1-2					376.49					472.93					1.57					28.14				
Voltage 2-3					355.05					436.95					1.66					27.68				
Voltage 1-3					343.07					442.51					1.64					30.85				
Average					358.20					450.80														
% Imbalance					5.11					4.91					HVF					0.04				
%NEMA Derating					74.70					%NEMA					Derating					98.42				
Voltage 1					212.89					319.99					1.68					51.40				
Voltage 2					222.05					320.67					1.55					48.01				
Voltage 3					185.03					309.06					1.70					65.15				
Average					206.66					316.58														
% Imbalance					10.46					2.37														

Current																								
Current 1					537.50					586.83					1.99					18.24				
Current 2					513.28					548.55					1.93					15.41				
Current 3					367.46					400.74					1.74					20.28				
Average					472.75					512.04														
% Imbalance					22.27					21.74														
% FLA					78.66					85.20														

Impedance																			
Phase 1					0.32					0.40					35.36				
Phase 2					0.25					0.43					54.26				
Phase 3					0.38					0.50					40.16				
% Imbalance					21.08														

kW					kVar					kVA					Pf									
Phase 1					93.32					162.95					187.78					0.82				
Phase 2					66.57					162.82					175.91					0.58				
Phase 3					51.96					112.43					123.85					0.76				
Total					211.85					438.20					487.54					0.72				
Power Sequence					211.85					202.58					293.12					0.72				

Efficiency									
Efficiency					95.72				
HP Output					271.98				
kW Output					202.78				
Torque Output					1595.54				

Sequence																								
Positive					Negative					Zero														
Volt Phase-Phase					357.93					19.70					0.00									
Volt Phase-Neutral					206.65					11.37					11.04									
Current					467.90					100.99					0.20									
Self					Angle					Mutual					Angle									
Zero					0.44					43.30					0.45					282.62				
Positive					0.07					265.25					0.10					47.74				
Negative					0.01					11.82					0.04					126.72				
Phase Configuration					Line to Neutral 120 Degree																			
Phase Rotation					Clockw ise																			

✓ Zone 1 : Qualité d'alimentation

Réparation



**RAS au niveau
du test MCE sur
le moteur**

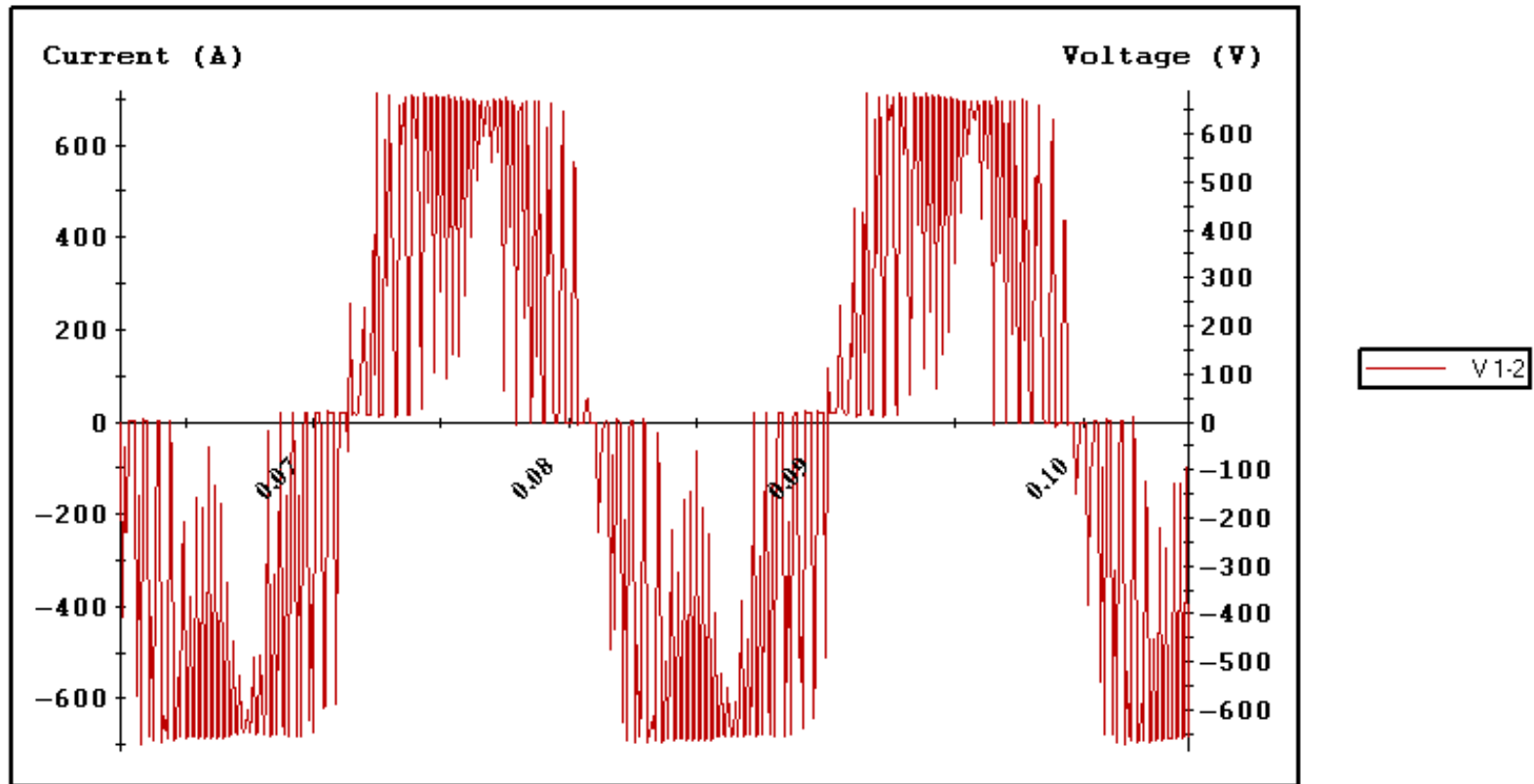


**Problème dans
l'armoire de contrôle
au niveau d'un circuit
d'un thyristor**

Zone 1 : Qualité d'alimentation

Signal de tension après réparation

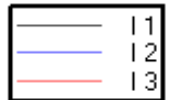
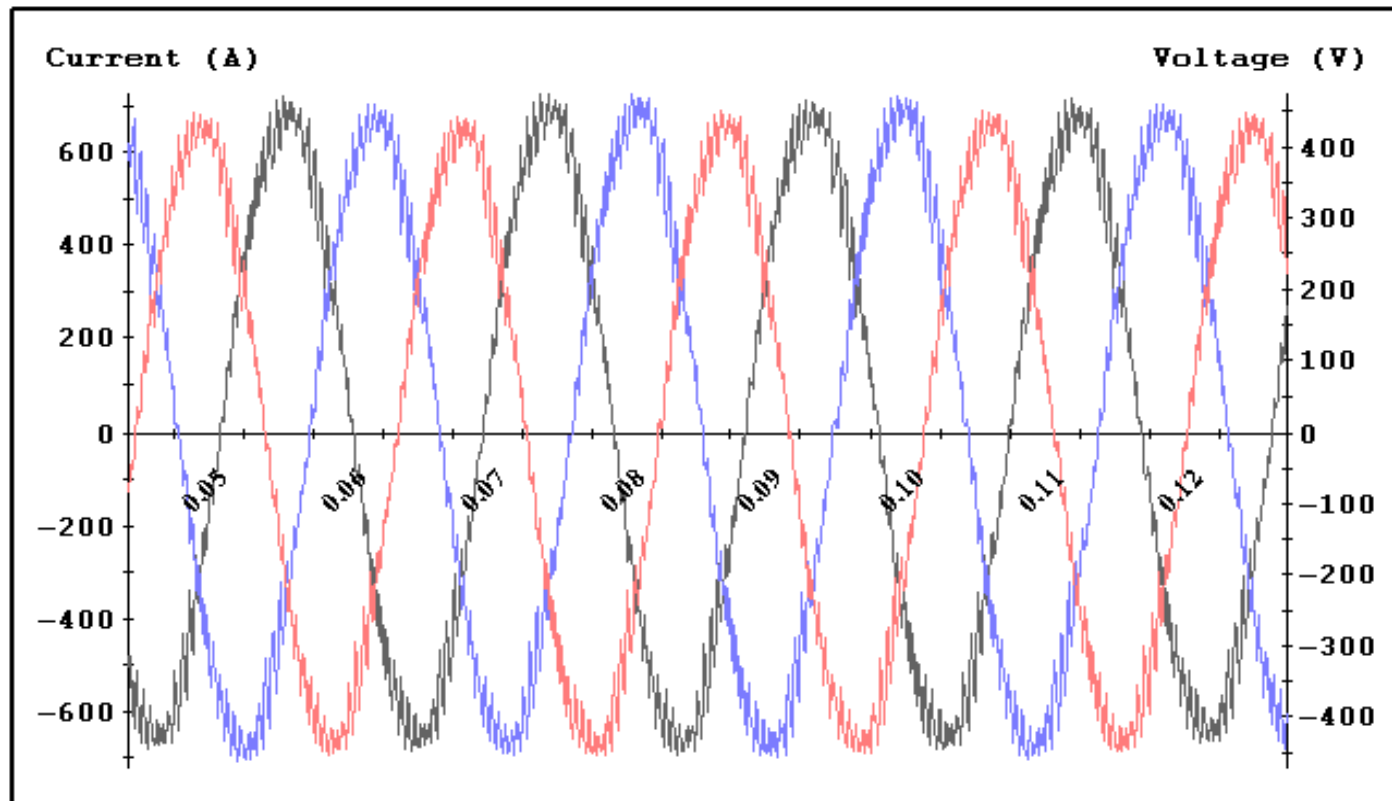
Voltage and Current Time Domain -- PUMP #2 03/08/2004 08:28:56 AM



Zone 1 : Qualité d'alimentation

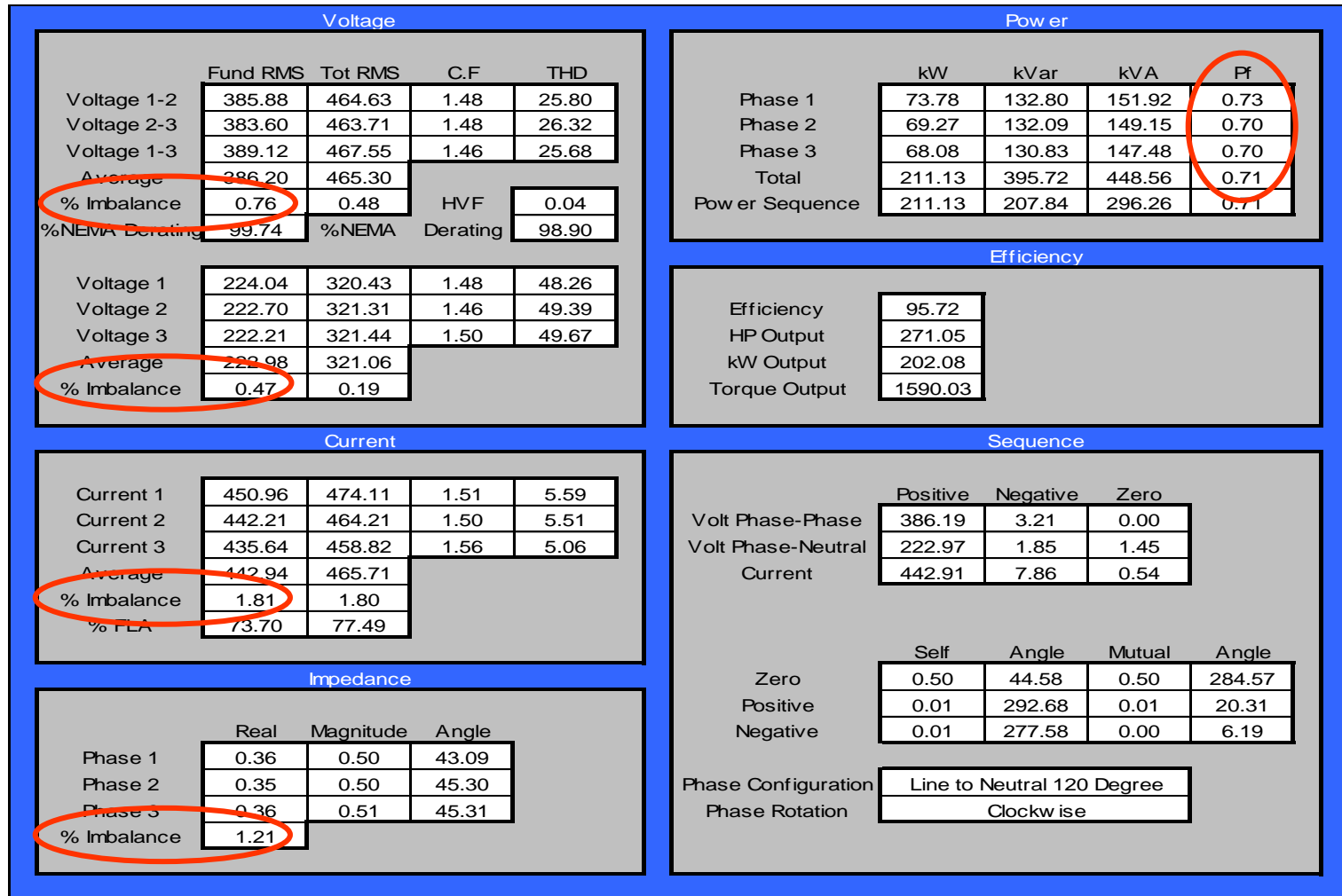
Signal de courant après réparation

Voltage and Current Time Domain -- PUMP #4 12/11/2003 11:13:41 AM



Zone 1 : Qualité d'alimentation

Résultat du bilan de puissance après réparation



Zone 2 : Circuit d'alimentation

- **Connecteurs rouillés ou corrodés**
 - Dans le démarreur
 - Disjoncteurs, fusibles
 - Dans le bornier de connexion du moteur
- **Déconnexions**
- **Câbles desserrés**
- **Condensateurs défectueux (valeur de Pf)**
- **Jeux de barres de contact desserrées**
- **Mauvaises connexions (forte résistance)**
- **Conducteurs électriques de section différente**

✓ Zone 2 : Circuit d'alimentation

Résultat d'une mauvaise connexion

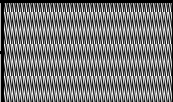


Zone 2 : Circuit d'alimentation

Condition du circuit

**Déséquilibre de courant
très important mesuré
durant le test dynamique**

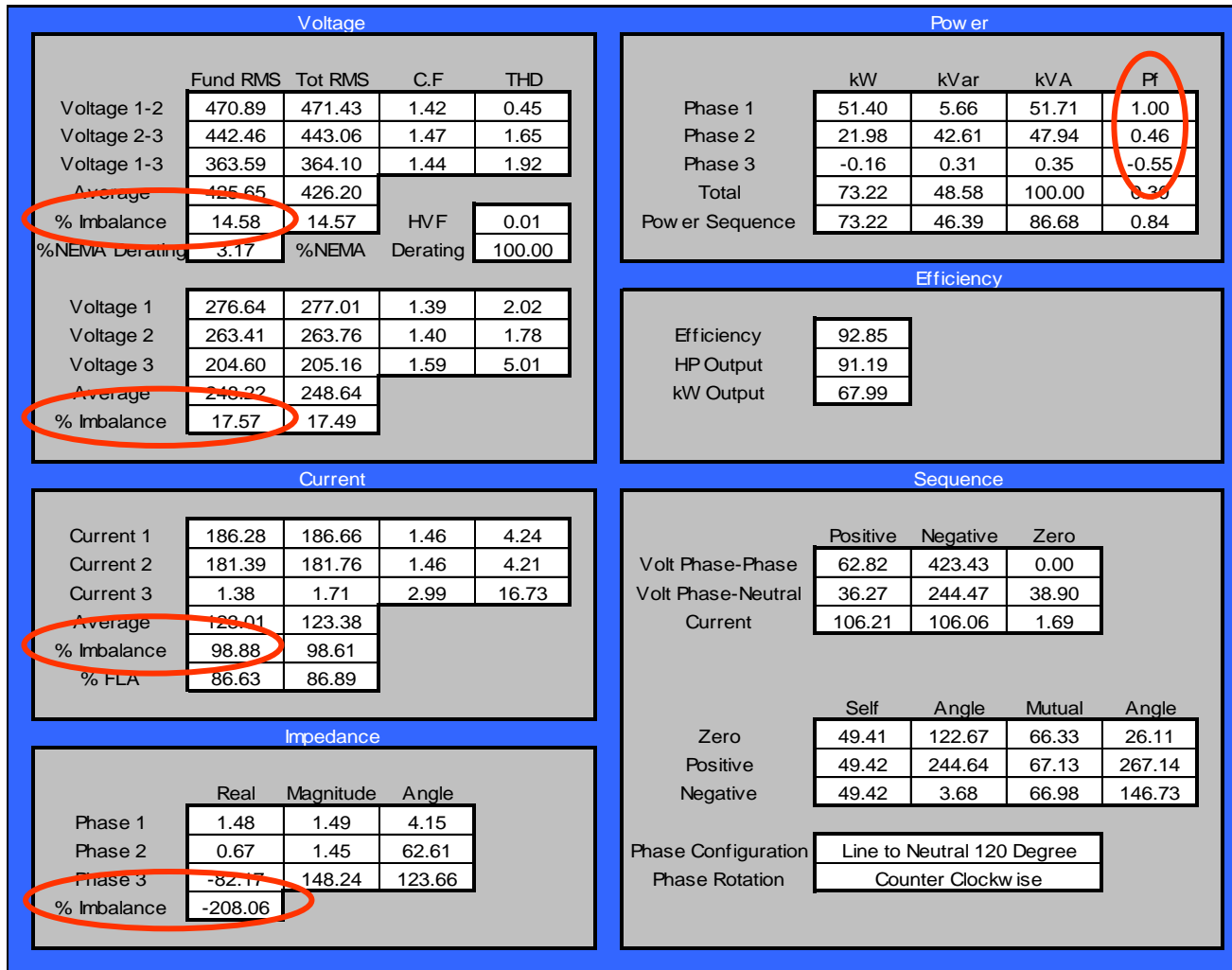
FLA = 142 A

	Frequency	I1	I2	I3
RMS Amps		185.52	181.19	1.71
% FLA		130.65	127.60	1.21



Zone 2 : Circuit d'alimentation

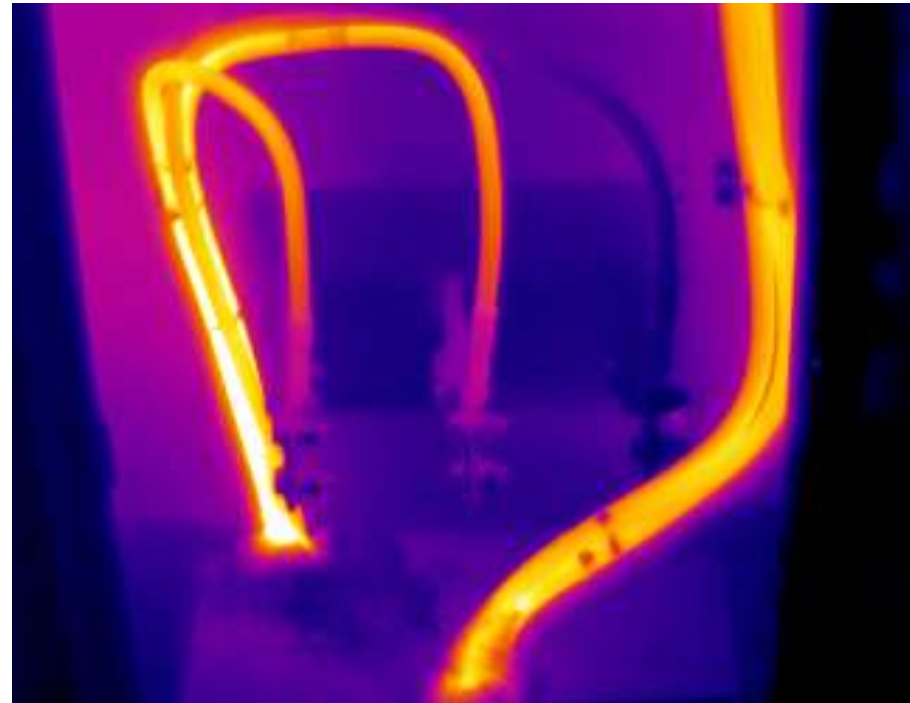
Bilan de puissance



Zone 2 : Circuit d'alimentation

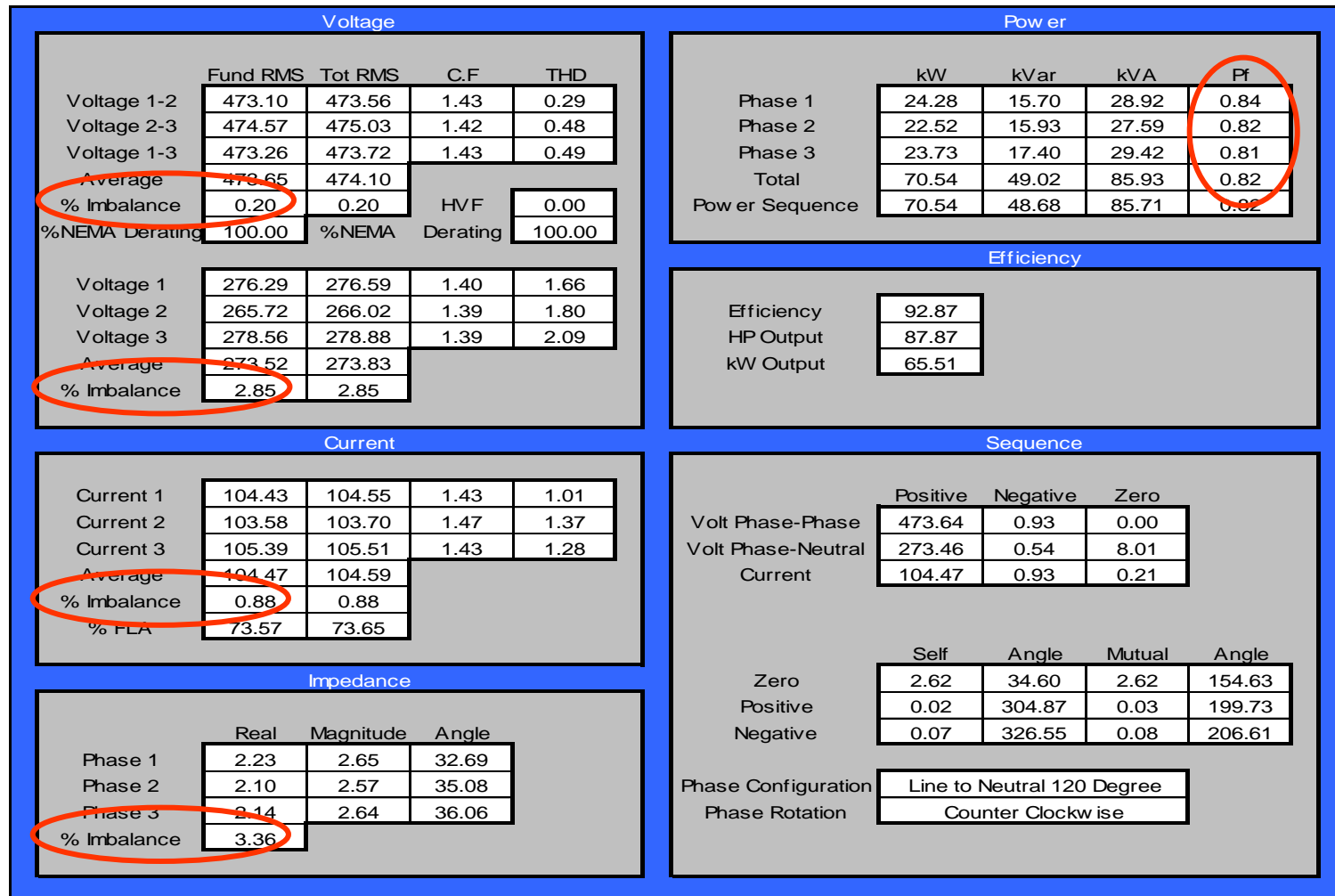
Association de technologie – Thermographie Infrarouge

- Défaut de connexion
- FLA = 142 A (pleine charge)
- Température élevée pour deux phases ($I > 180$ A)
- Phase 3 froide (pas de charge)



Zone 2 : Circuit d'alimentation

Résultat du bilan de puissance après réparation



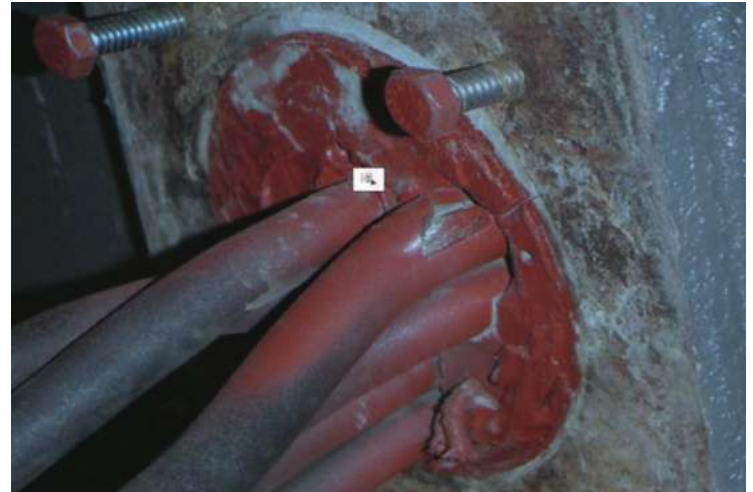
✓ Zone 2 : Circuit d'alimentation

Association de technologie – Thermographie Infrarouge après réparation



✓ Zone 3 : Isolation

- Intégrité de l'isolation entre le moteur et la terre
- Intégrité de l'isolation entre les enroulements
- Contamination dans l'isolant



Zone 3 : Isolation

Test AC STANDARD – Boitier de jonction

- Données mesurées au niveau du boitier de jonction du moteur
- Attention!!! La valeur RTG corrigée à 40°C est seulement de 145 MOhm
- Les autres valeurs semblent acceptables

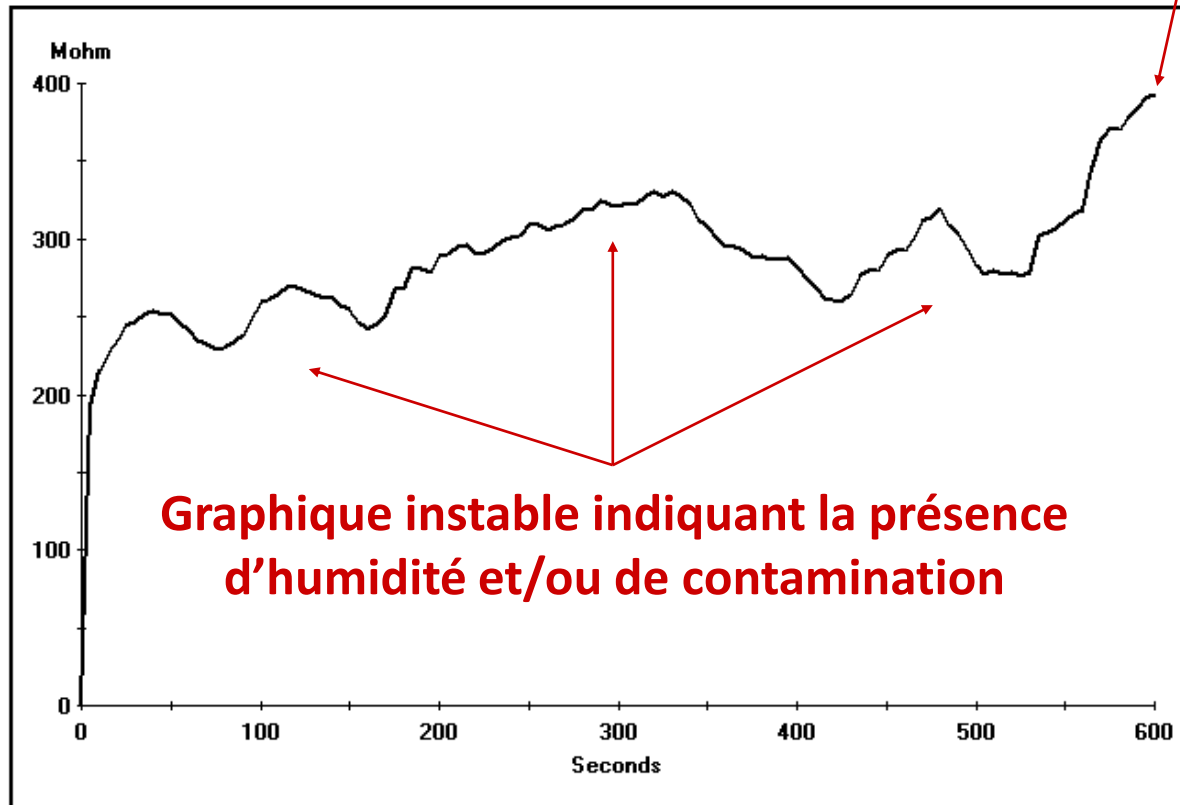
Test Date	07/28/2003
Test Time	09:17:08 AM
Frequency	1200
Mohm Ph 1 to Gnd	
Charge Time	60
Voltage	1000
Motor Temp	30
Measured Mohm	289.3
Corrected Mohm	145.0
pF Ph 1 to Gnd	41750
ohm Ph 1 to 2	0.01951
ohm Ph 1 to 3	0.01956
ohm Ph 2 to 3	0.01952
mH Ph 1 to 2	2.775
mH Ph 1 to 3	2.575
mH Ph 2 to 3	2.790
Avg. Inductance	2.713
% Res. Imbalance	0.15
% Ind. Imbalance	5.10
\$ Power Loss	10.37
Test Location	T-Leads
MCE #	030452HV
User	
Notes	Yes

Zone 3 : Isolation

Mesure de l'index de polarisation – Boitier de jonction

Valeur finale inférieure à 400 Mohm

PI Test (#10 Baghouse Fan - Stator) 07/28/2003 09:29:23 AM



Zone 3 : Isolation

Test AC STANDARD – Bornier moteur avec câbles d'alimentation découplés

- Mesure effectuée dans la boîte à borne du moteur (câbles d'alimentation découplés)
- Evolution de la valeur de RTG de 145 Mohm à 1700 Mohm

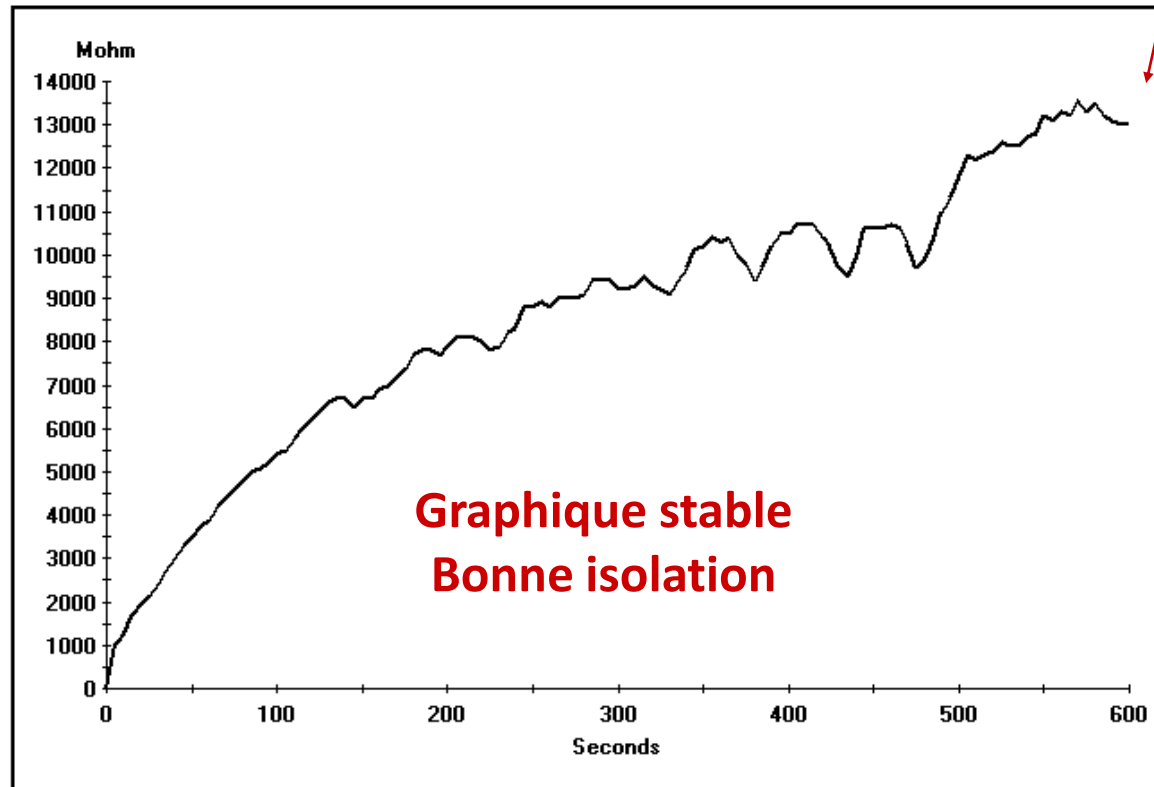
Test Date	07/28/2003
Test Time	10:08:57 AM
	Baseline
Frequency	1200
Mohm Ph 1 to Gnd	
Charge Time	60
Voltage	1000
Motor Temp	30
Measured Mohm	3400.0
Corrected Mohm	1700.0
pF Ph 1 to Gnd	40500
ohm Ph 1 to 2	0.01925
ohm Ph 1 to 3	0.01913
ohm Ph 2 to 3	0.01918
mH Ph 1 to 2	2.830
mH Ph 1 to 3	2.780
mH Ph 2 to 3	2.615
Avg. Inductance	2.742
% Res. Imbalance	0.33
% Ind. Imbalance	4.62
\$ Power Loss	24.90
Test Location	Motor Leads
MCE #	030452HV
User	
Notes	Yes

✓ Zone 3 : Isolation

Index de polarisation – Bornier moteur avec câbles d'alimentation découplés

Valeur finale supérieure à 12 000 Mohm

PI Test (#10 Baghouse Fan - Stator) 07/28/2003 10:21:10 AM



Zone 3 : Isolation

Origine du défaut



✓ Zone 4 : Stator



✓ Zone 4 : Stator

- **Court circuit entre spires**
- **Court circuit entre phases**
- **Défauts de connexions dans la bobine**



Zone 4 : Stator

Mesure en fonctionnement – Bilan de puissance

Results Page - PULV 5B (05/28/2003 08:22:33 AM)

File View

Voltage

	Fund RMS	Tot RMS	C.F	THD
Voltage 1-2	4341.59	4345.40	1.43	0.47
Voltage 2-3	4346.70	4350.50	1.42	0.49
Voltage 1-3	4392.29	4396.14	1.42	0.57
Average	4360.20	4364.01		

Power

	kW	kVar	kVA	Pf
Phase 1	45.87	71.91	85.29	0.54
Phase 2	29.08	64.89	71.11	0.41
Phase 3	43.21	53.95	69.12	0.63
Total	118.17	190.75	225.53	0.53
		190.23	223.95	0.53



Name Plate

**GENERAL
ELECTRIC**
Frame # 6353Z

Voltage 4000
FLA 43.5
HP 300
PF 0
Eff. 0
Speed 590
Poles 12
Slots 0
Bars 150

Current

Current 1	33.71	33.75	1.44	1.49
Current 2	28.40	28.43	1.44	1.19
Current 3	27.29	27.32	1.46	1.45
Average	29.80	29.83		
% Imbalance	13.12	13.12		
% FLA	68.51	68.58		

Efficiency

Impedance

	Real	Magnitude	Angle
Phase 1	40.36	74.91	57.89
Phase 2	36.05	87.97	65.81
Phase 3	58.03	92.85	51.22
% Imbalance	29.49		

Angle	Mutual	Angle
58.05	84.66	298.05
247.04	12.45	3.55
87.34	2.05	83.73

Use to Phase

clockwise

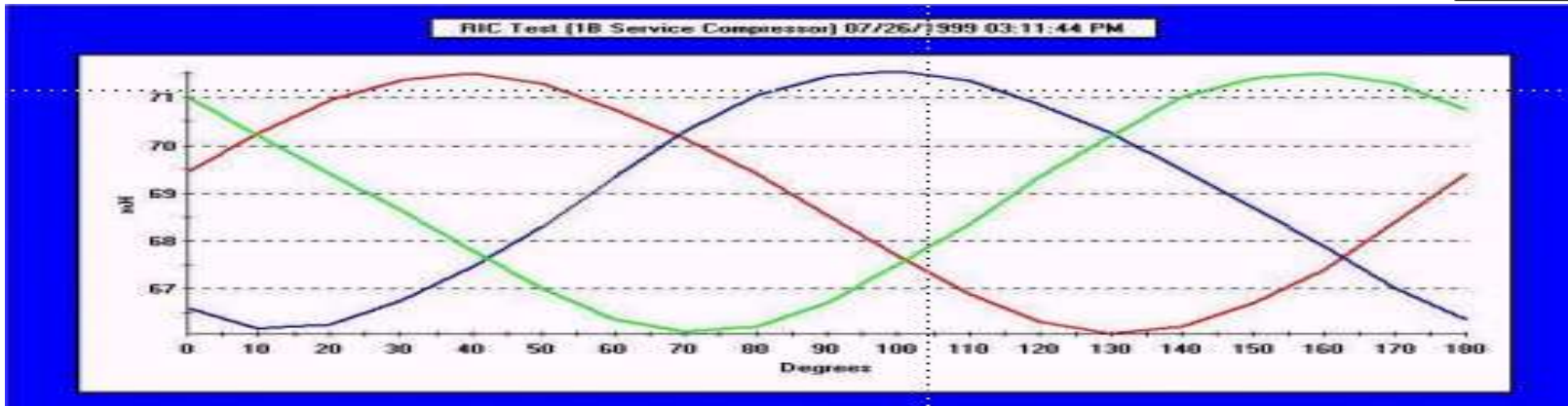
Fort déséquilibre en courant avec
un déséquilibre de l'impédance
indiquant un défaut de stator

Zone 4 : Stator

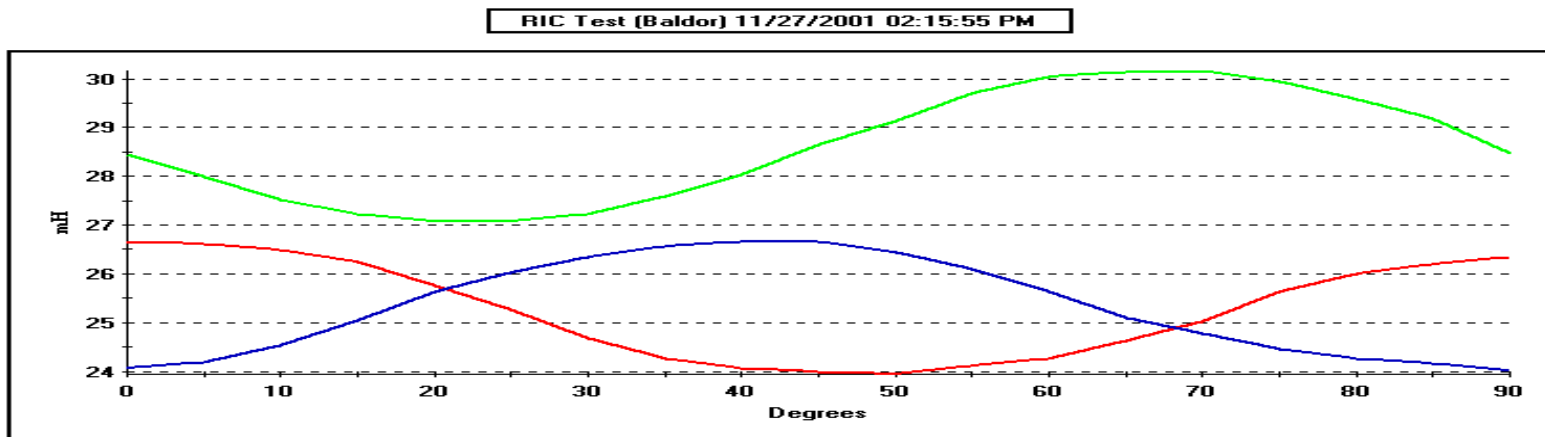
Mesure à l'arrêt – Impédance et test R.I.C.

Stator en bon état

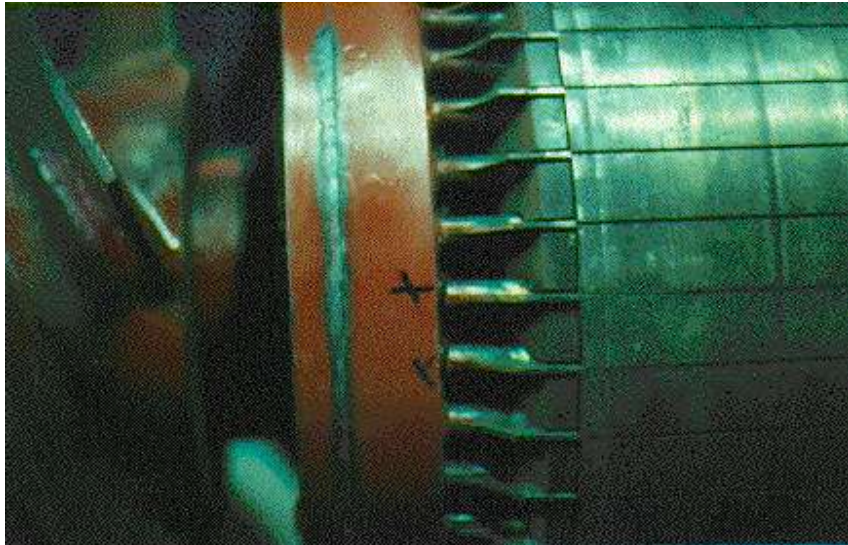
Ind 1 - 2
Ind 1 - 3
Ind 2 - 3



Stator défectueux



✓ Zone 5 : Rotor



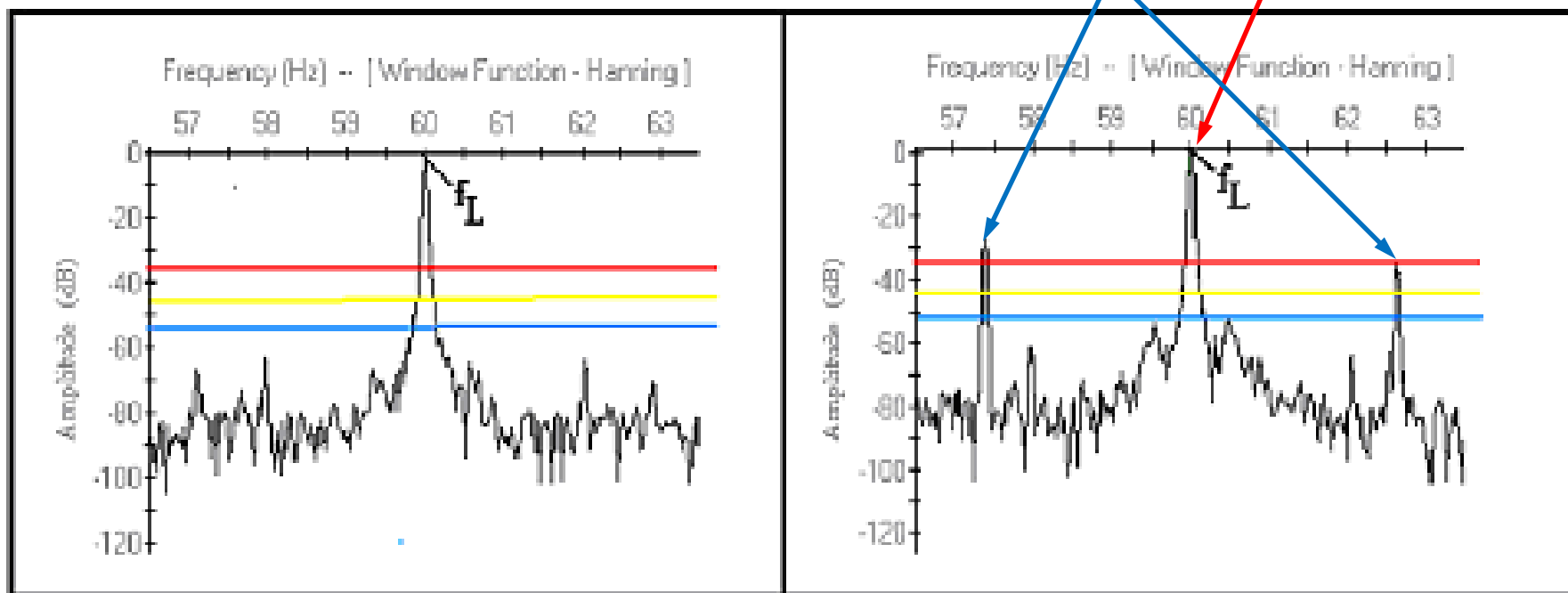
✓ Zone 5 : Rotor

- Barres du rotor cassées ou fendues
- Porosité dans la fonderie de l'aluminium du rotor (fondu)
- Métal du rotor fatigué



Zone 5 : Rotor

Mesure en fonctionnement – Rotor Evaluation



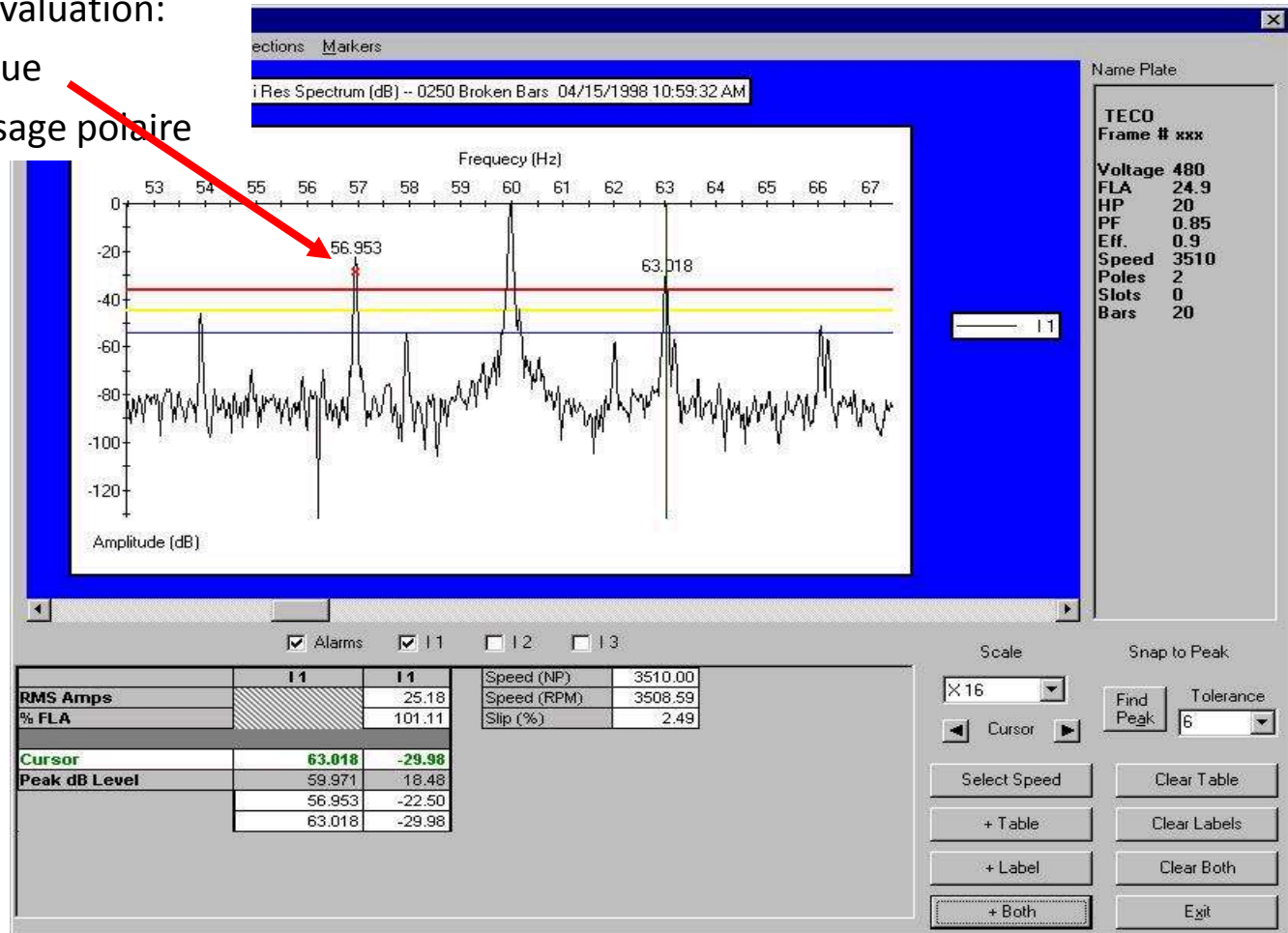
Zone 5 : Rotor

Mesure en fonctionnement – Rotor Evaluation

Fonction Rotor Evaluation:

“X” marque

Fréquence de passage pôle



Zone 5 : Rotor

Mesure en fonctionnement – Rotor Evaluation

$F_{\text{alim}} - F_{\text{ppôle}}$ dB	Evaluation de l'état du Rotor	Action recommandée
> 60 dB	Excellent	Néant
60 – 54 dB	Bon	Néant
54 – 48 dB	Moyen	Maintenir la fréquence de surveillance, des collectes. Analyser les données collectées.
48 – 42 dB	Fêlures en cours de développement sur les barres Rotoriques ou soudures de la cage d'écureuil devenues fortement résistantes	Augmenter la fréquence de surveillance, des collectes. Analyser les données collectées.
42 – 36 dB	Barres rotoriques cassées ou soudures barres/cage devenues très résistantes...	Effectuer un test RIC et une analyse vibratoire pour définir la gravité du problème
36 – 30 dB	Plusieurs barres rotoriques fendues ou cassées sur bague de court-circuit. Problèmes sur bagues et liaisons également	Confirmer avec un R.I.C. et planifier la réparation dès que possible.
< 30 dB	Plusieurs barres cassées ou fendues sont indiquées. Gros problème Rotor	Programmer le remplacement ou la réparation aussi vite que possible.

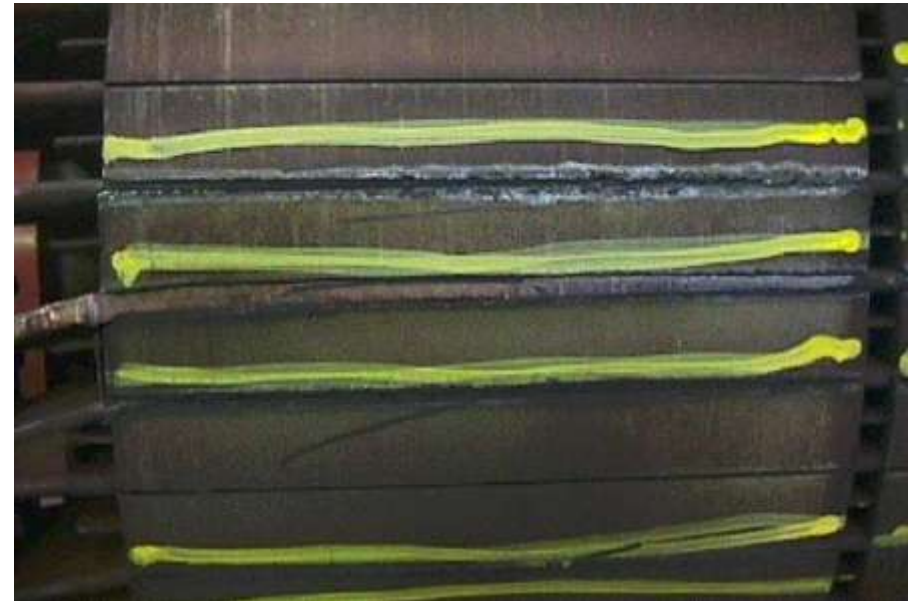
✓ Zone 5 : Rotor

Exemple de défauts



Rotor Evaluation

Différence d'amplitude entre le fondamental
(fréquence d'alimentation) et les bandes latérales
(fréquence de passage par pôle)
de 45 dB



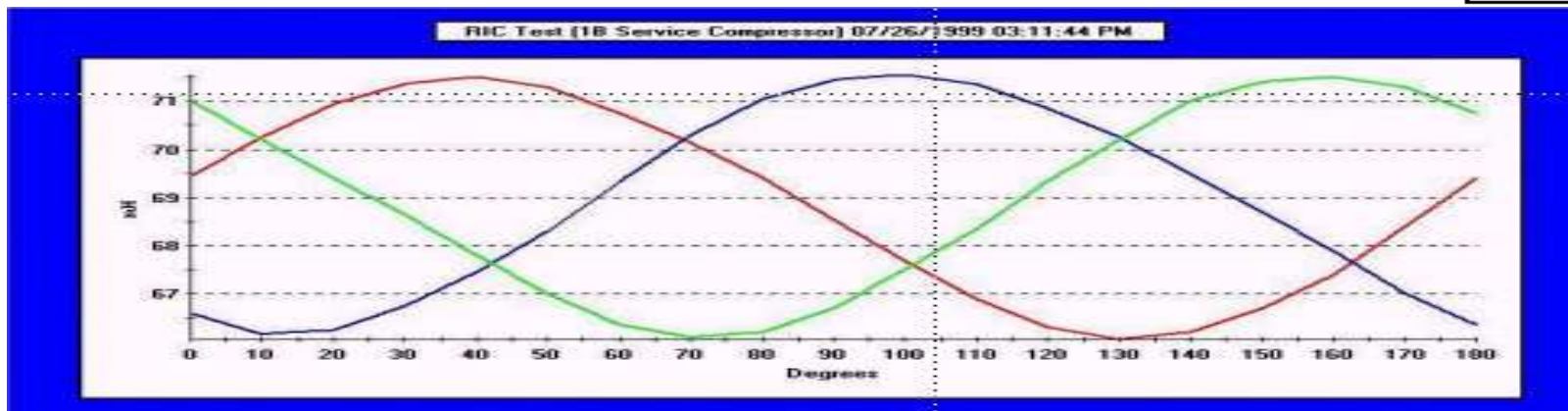
Trop tard...

Zone 5 : Rotor

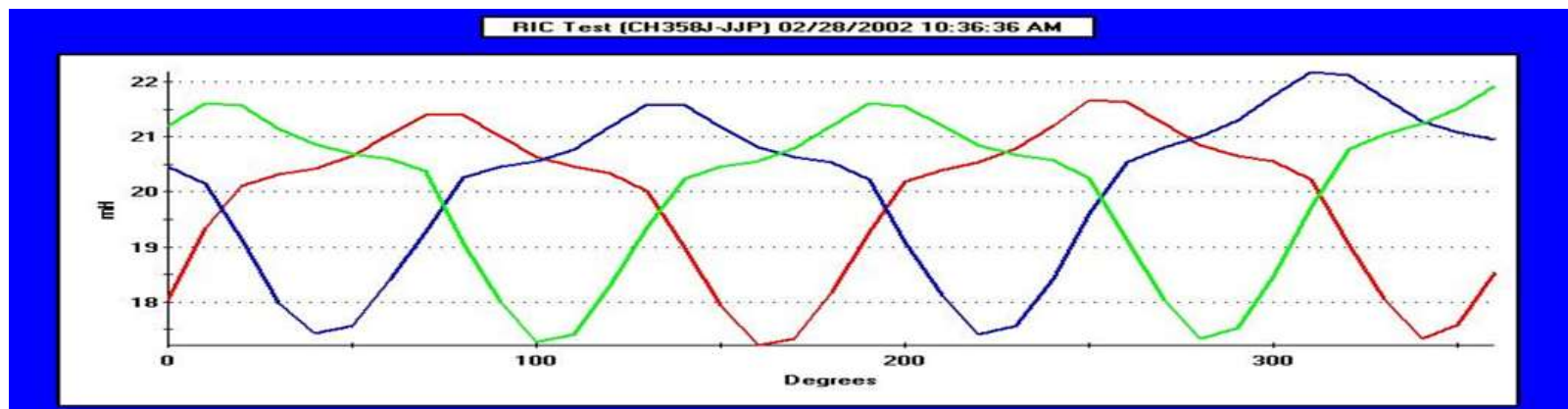
Mesure à l'arrêt – Impédance et test R.I.C.

Rotor en bon état

Ind 1 - 2
Ind 1 - 3
Ind 2 - 3

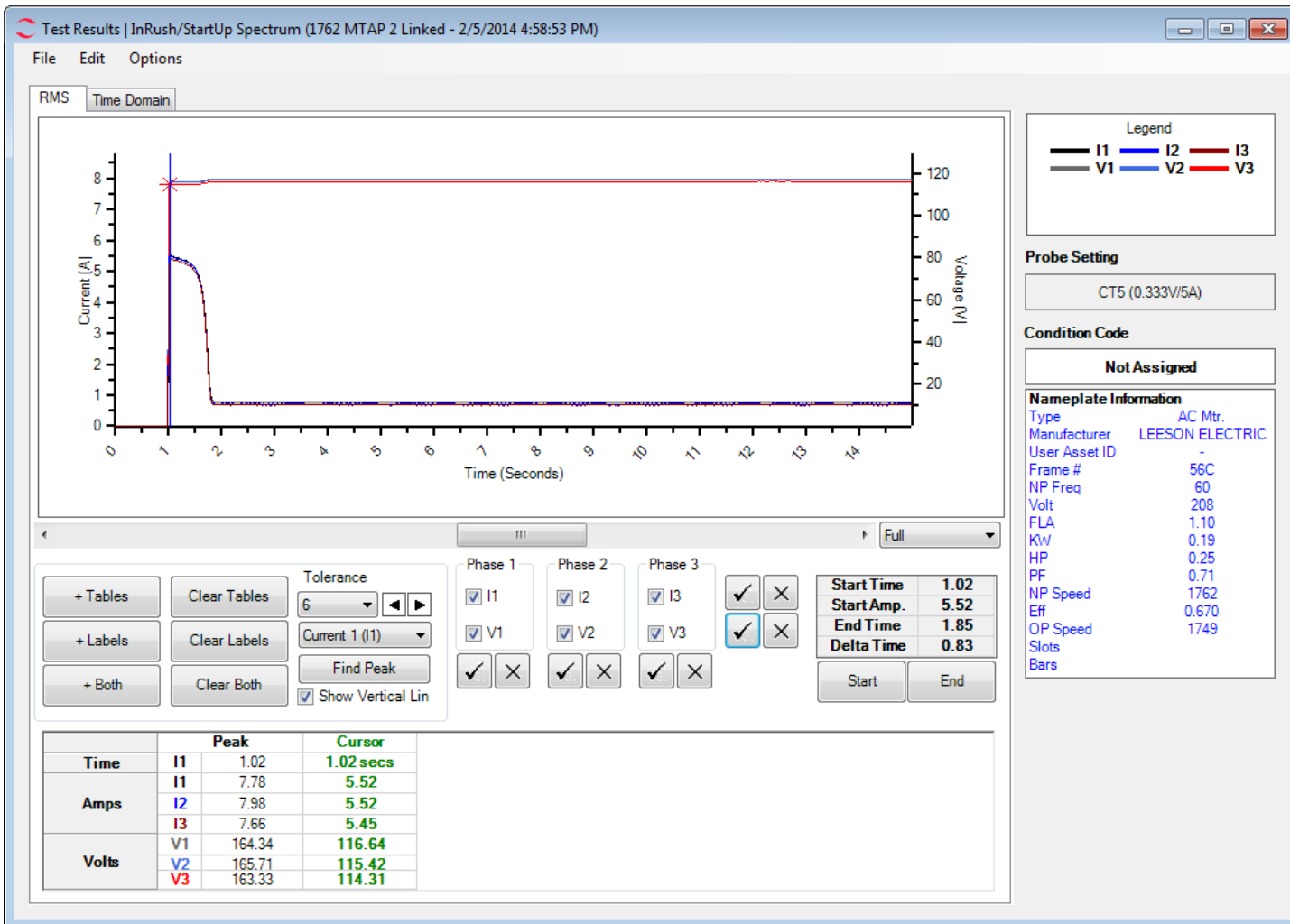


Rotor défectueux



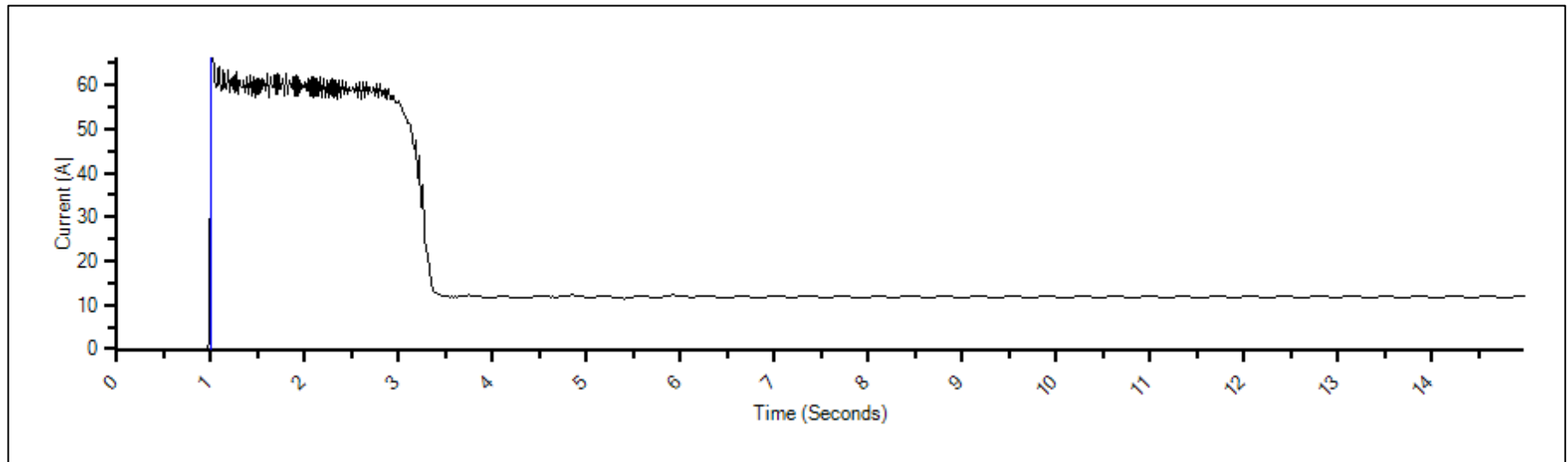
In-Rush / Start-up

Résultat du test



In-Rush / Start-up

Rotor avec des barres cassées



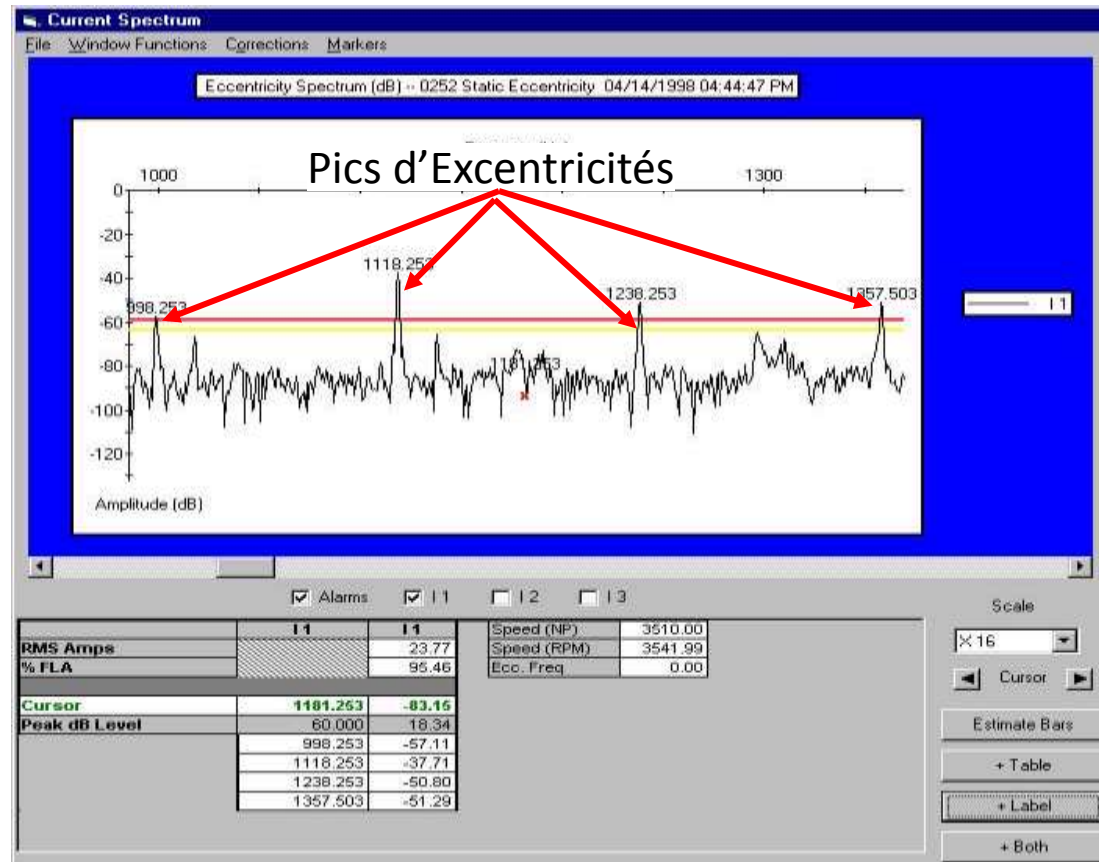
Zone 6 : Excentricité

- **Excentricité**
 - Dynamique
 - Statique
- **Causes**
 - Rotor tordu
 - Poulies très tendues
 - Mauvais alignement
 - Mauvais montage sur le roulement de l'arbre
 - Problème de fixation

Zone 6 : Excentricité

Mesure en fonctionnement – Spectre d'excentricité

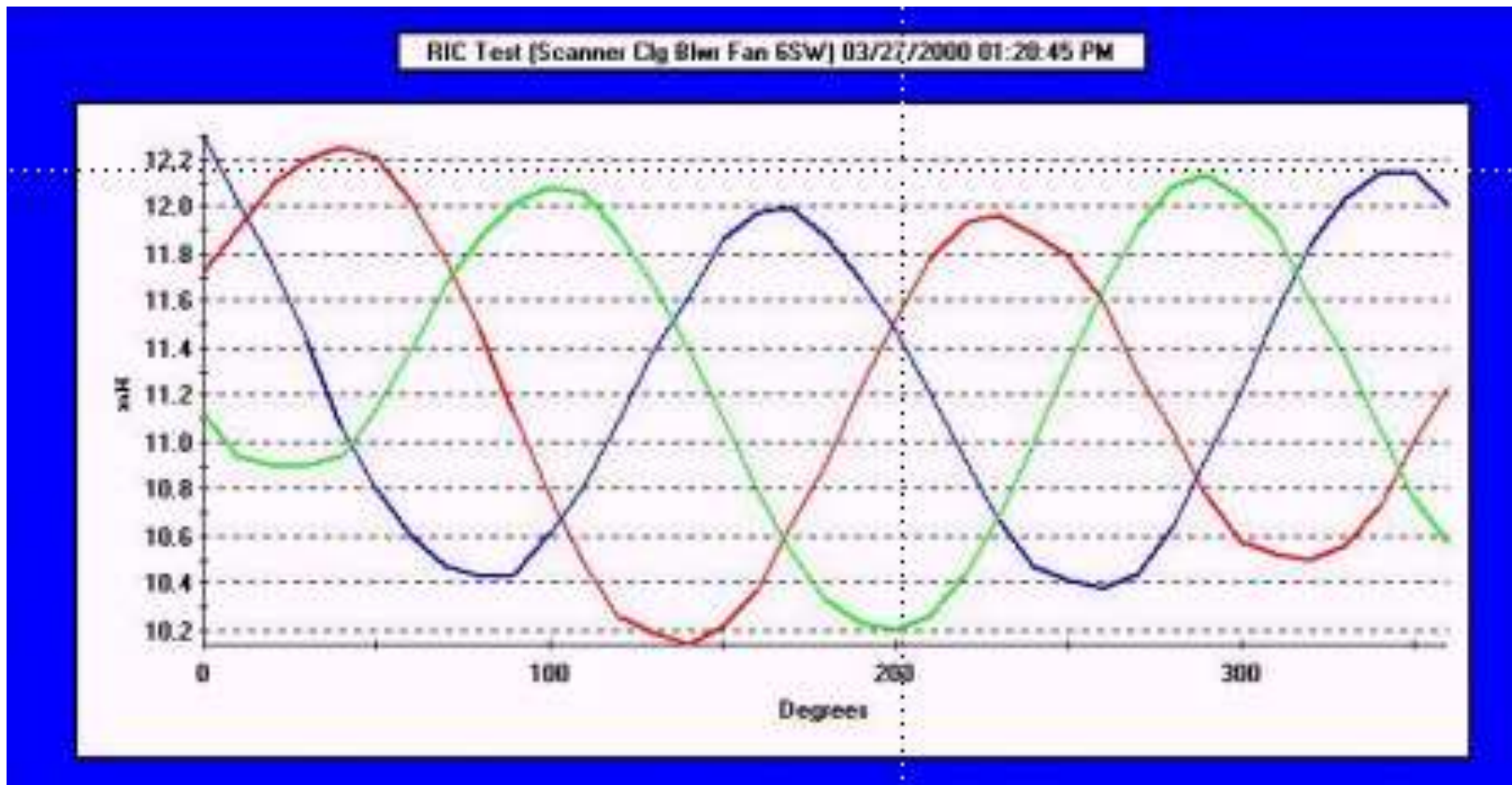
- Spectre d'excentricité en dynamique
- 4 pics 20dB au-dessus du fond de spectre autour de la fréquence d'excentricité



Zone 6 : Excentricité

Mesure à l'arrêt – Impédance et test R.I.C.

Red line	Ind 1 - 2
Blue line	Ind 1 - 3
Green line	Ind 2 - 3



Questions

