DIAGNOSTIC MÉCANIQUE AUTOMATIQUE PAR ANALYSE DES ACYCLISMES & VIBRATOIRE

VIB360

VIBRATIONS, CONTROLS & DECISIONS

APPLICATION AUX MOTEURS À PISTONS ET MACHINES TOURNANTES

POWERED BY

dataVIB impédance

VIB360 groupe impédance

" QUI SOMMES NOUS? "

PRINCIPALES ACTIVITÉS

impédance environnement

- Impacts d'infrastructures de transports (routier, ferroviaire et aérien)
- CBS et PPBE : cartographie de bruit stratégique et plans de prévention du bruit dans l'environnement
- Bruits de voisinage

impédance bâtiment & architecture

- Acoustique de salles
- Insertion de bâtiment en site bruyant
- Isolation acoustique
- Impact acoustique et vibratoire des équipements techniques
- Vibrations des structures
- Opérations HQE

impédance machines

- Diagnostic vibratoire
- Expertise mécanique
- Définition d'actions préventives et correctives

impédance industrie

- Conception de produits à « valeur acoustique ajoutée »
- Protection de l'homme au travail
- Etudes d'impacts des sites industriels
- Mesures et surveillances périodiques
- Modélisations et cartographies
- Elaboration de programmes de réduction de bruit
- Sites éoliens

dataVIB impédance

- Edition & commercialisation de solutions logicielles
- Formation des utilisateurs
- Inventeur de VIB360 : la suite logicielle qui vous ouvre le cœur des moteurs

EN QUELQUES CHIFFRES

1993
Création

24
Effectif

2,4 M€
Chiffres d'affaires

290
Contrats en 2016

15% du CA
Effort R&D

NOS BUREAUX

SIÈGE SOCIAL
80 domaine de Montvoisin
91400 Gometz la Ville
France
+33 1 69 35 15 25

AGENCE PARIS
33 rue Godot de Mauroy
75009 Paris
France
+33 1 53 30 04 80

AGENCE SUD
6 rue de l'Ourmède
31621 Eurocentre Cedex
France
+33 5 62 40 14 10

AGENCE BELGIQUE
Rue des Pierres 29 / 14
1000 Bruxelles
Belgique
+32 484 243 242

Hamid SAIAH
IMPÉDANCE / DataVIB
hamid.saiah@impedance.fr
01 69 35 15 27 I 06 09 90 74 07

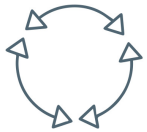
dataVIB impédance

" QUI SOMMES NOUS? "

"Notre métier depuis 25 ans dans le domaine de l'expertise sur le diagnostic mécanique des machines tournantes et alternatives "

PREVENIR ET TRAITER LES **DYSFONCTIONNEMENT DES MACHINES**

Origines et processus d'endommagements

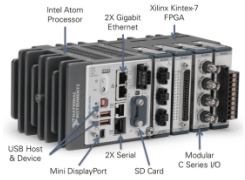


Technologie et dimensionnement

Comportement réel

NOS METHODES **D'ANALYSES**

Acyclismes:
Vibrations de torsion



Vibrations latérales

Diagnostic mécanique automatique avec extension des possibilités grâce à l'embarqué (stand-alone)

Hamid SAIAH
IMPÉDANCE / DataVIB
hamid.saiah@impedance.fr
01 69 35 15 27 I 06 09 90 74 07

EXTRACTION DES ACYCLISMES
(VIBRATIONS TORSIONNELLES)
PAR LA MESURE:

Variation angulaire de la vitesse instantanée

Avec un capteur de vitesse

Vitesse instantanée

Acyclisme

CHOIX DU CAPTEUR ET DE LA CIBLE

Avec 2 capteurs de vitesse Optel Thevon

Angle de torsion
Phase de Torsion

Couple

RÉSOLUTION ÉLÉVÉE AVEC CIBLE SIMPLE

Hamid SAIAH
IMPÉDANCE / DataVIB

hamid.saiah@impedance.fr
01 69 35 15 27 I 06 09 90 74 07

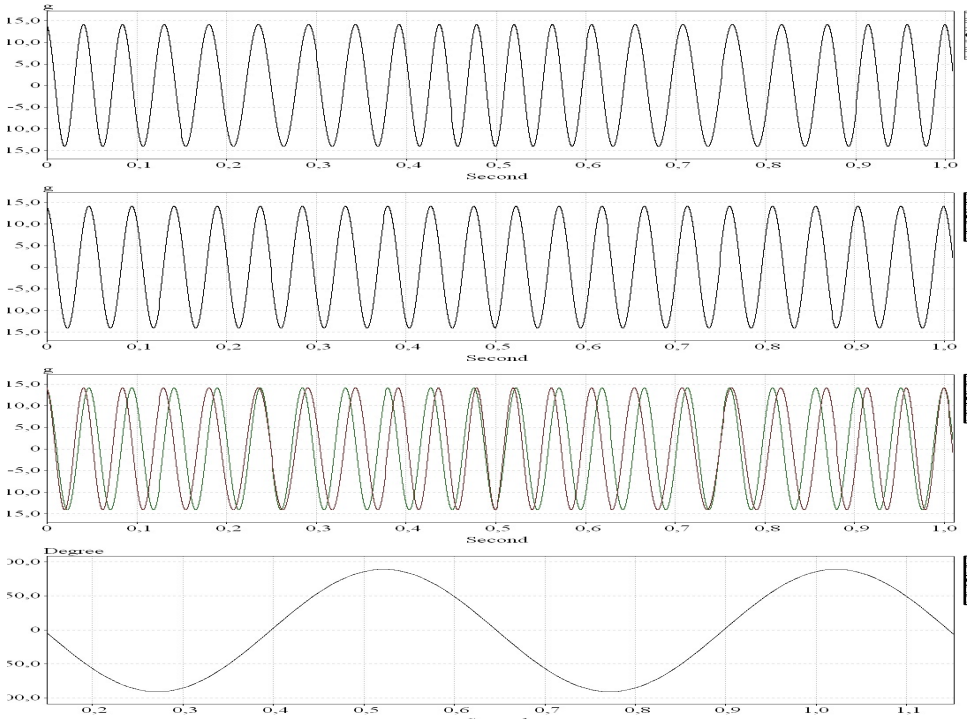
TRAITEMENT DU SIGNAL **ISSU DU CAPTEUR VITESSE**

Signal mesuré →

Signal parfait reconstitué →

Superposition des deux signaux →

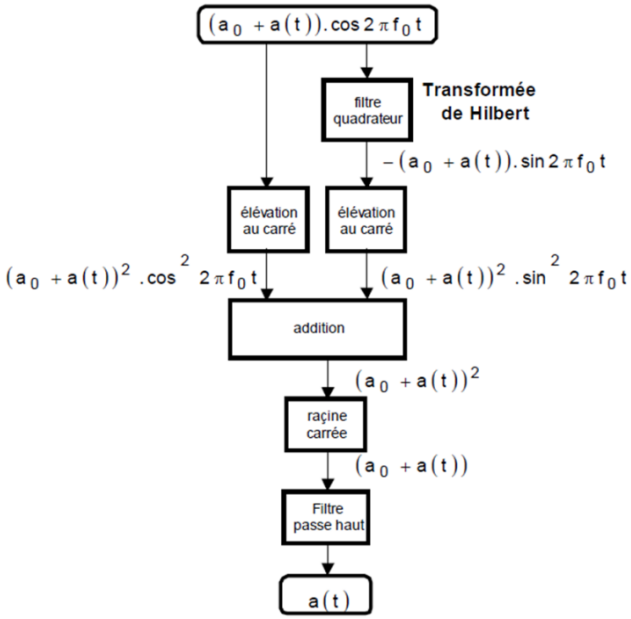
Signal résultant du décalage dans le temps →

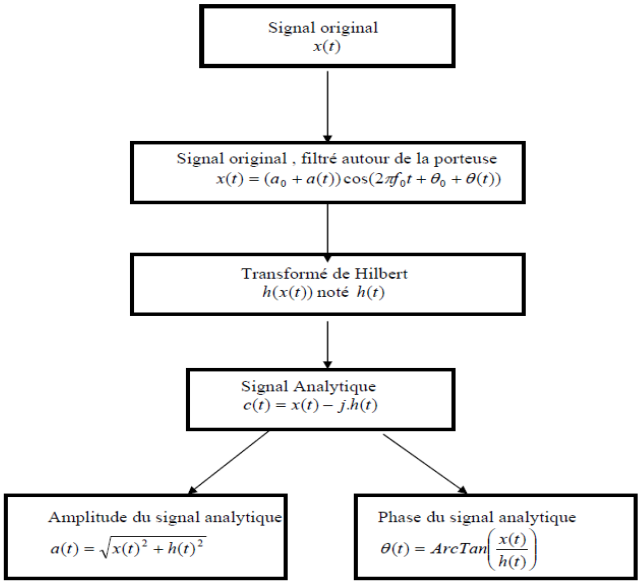


Hamid SAIAH
IMPÉDANCE / DataVIB
hamid.saiah@impedance.fr
01 69 35 15 27 I 06 09 90 74 07

MÉTHODE:

Transformée d'Hilbert associée à la distribution de Wigner-Ville

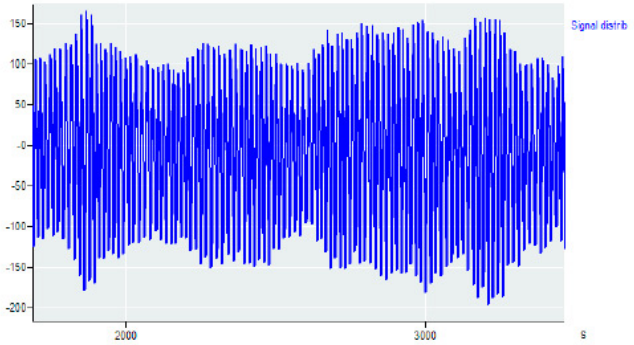




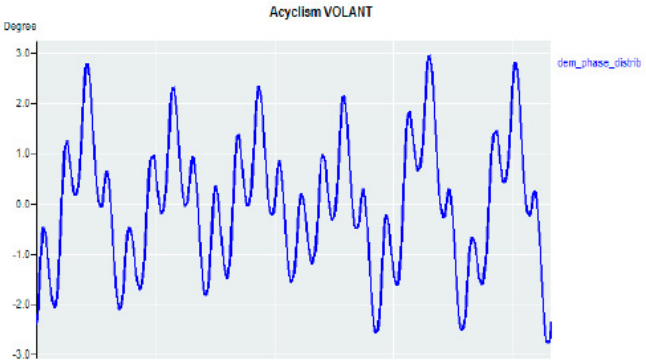
Hamid SAIAH
IMPÉDANCE / DataVIB
hamid.saiah@impedance.fr
01 69 35 15 27 I 06 09 90 74 07

VARIATIONS ANGULAIRES
DE LA VITESSE DE ROTATION INSTANTANÉE:

Exemple d'un signal original issu du capteur de vitesse



Extraction des variations angulaires de la vitesse instantanée: *signal utile pour le diagnostic*



Hamid SAIAH
IMPÉDANCE / DataVIB
hamid.saiah@impedance.fr
01 69 35 15 27 I 06 09 90 74 07

ACYCLISME **(VIBRATIONS TORSIONNELLES)**

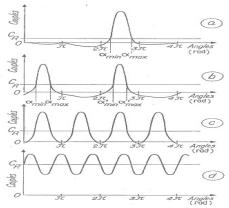
Descripteurs génériques de diagnostic
automatique par acyclismes

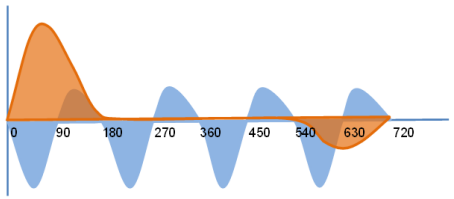
NIVEAUX	INDICE « DOMMAGES » (descripteur de l'état mécanique: frottements, défauts locaux, serrage,…)	INDICE « STABILITÉ » (descripteur du comportement des paliers & assemblages)
θ : degré, radian (rd) $\dot{\theta}$: degré/sec, rd/sec, RPM $\ddot{\theta}$: degré/sec², rd/sec²		

Hamid SAIAH
IMPÉDANCE / DataVIB
hamid.saiah@impedance.fr
01 69 35 15 27 I 06 09 90 74 07

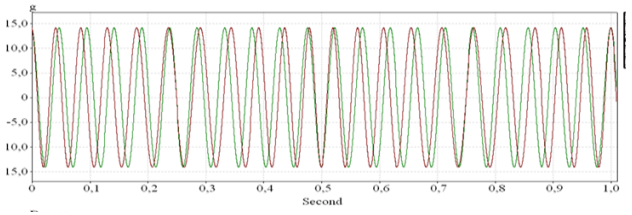
COMMENT EXPLOITER LES SIGNAUX DES ACYCLISMES
POUR UN DIAGNOSTIC DES MOTEURS À PISTONS:

Le couple délivré par le système bielle/manivelle est variable, et peut être décomposé en deux termes (couples dus aux inerties + gaz) pour *chaque* cylindre:





La variation angulaire de la vitesse instantanée donne une information liée directement aux variations induites par des défauts mécaniques potentiels (injection, compression, paliers embiellage,…) :



Hamid SAIAH
IMPÉDANCE / DataVIB
hamid.saiah@impedance.fr
01 69 35 15 27 I 06 09 90 74 07

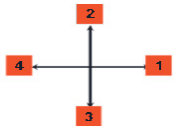
EXEMPLE D'UN MOTEUR **4 CYLINDRES EN LIGNE:**

$\alpha_{12} = 3\pi$
$\alpha_{13} = \pi$
$\alpha_{14} = 2\pi$

Une explosion tous les 180°du vilebrequin.
L'ordre d'allumage est 1 – 3 – 4 – 2.

Couple harmonique d'ordre 0.5

$0.5\ \alpha_{12} = 1.5\pi$
$0.5\ \alpha_{13} = \pi/2$
$0.5\ \alpha_{14} = \pi$



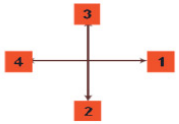
Couple harmonique d'ordre 1

$1\ \alpha_{12} = 3\pi$
$1\ \alpha_{13} = \pi$
$1\ \alpha_{14} = 2\pi$

Harmonique mineur

Couple harmonique d'ordre 1.5

$1.5\ \alpha_{12} = 4.5\pi$
$1.5\ \alpha_{13} = 1.5\pi$
$1.5\ \alpha_{14} = 3\pi$



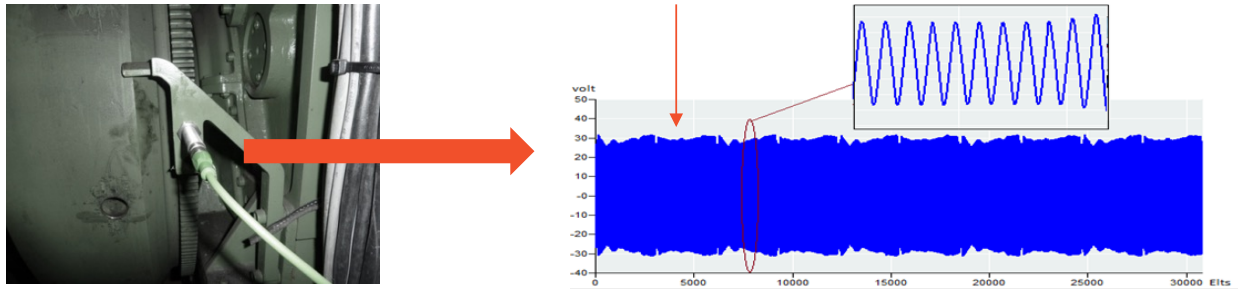
Couple harmonique d'ordre 2

$2\ \alpha_{12} = 6\pi$
$2\ \alpha_{13} = 2\pi$
$2\ \alpha_{14} = 4\pi$

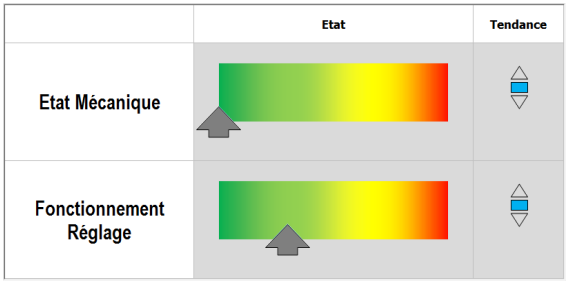
Harmonique majeur

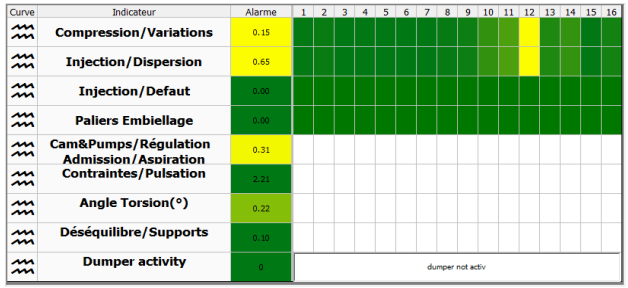
Hamid SAIAH
IMPÉDANCE / DataVIB
hamid.saiah@impedance.fr
01 69 35 15 27 I 06 09 90 74 07

Signal brut en provenance du
capteur de vitesse



TABLEAUX DE **DIAGNOSTIC AUTOMATIQUE:**

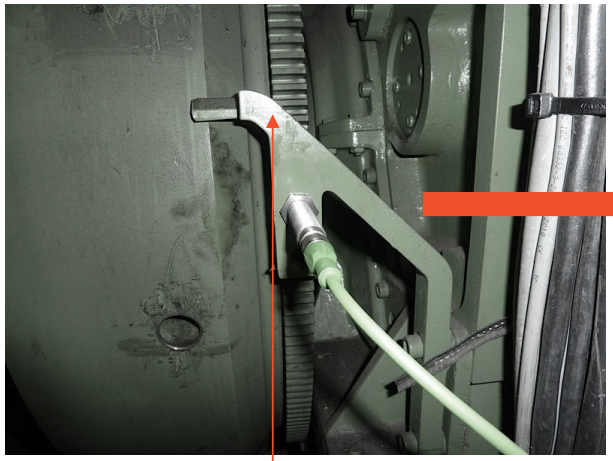




Curve	Indicateur	Alarme	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	Compression/Variations	0.15																
	Injection/Dispersion	0.65																
	Injection/Defaut	0.00																
	Paliers Embiellage	0.00																
	Cam&Pumps/Régulation Admission/Aspiration	0.31																
	Contraintes/Pulsation	2.21																
	Angle Torsion(°)	0.22																
	Déséquilibre/Supports	0.10																
	Dumper activity	0	dumper not activ															

Hamid SAIAH
IMPÉDANCE / DataVIB
hamid.saiah@impedance.fr
01 69 35 15 27 I 06 09 90 74 07

MOTEUR **12 CYLINDRES EN V**



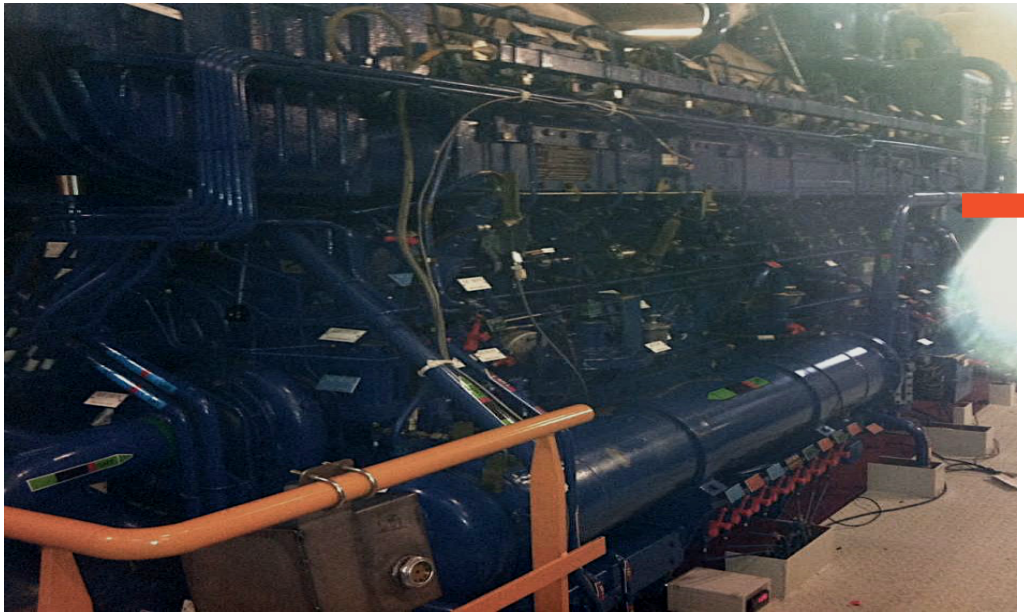
Capteur vitesse placé au droit
de la couronne démarreur
(258 dents)

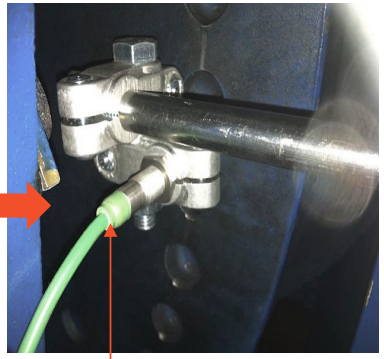
Hamid SAIAH
IMPÉDANCE / DataVIB

hamid.saiah@impedance.fr
01 69 35 15 27 I 06 09 90 74 07

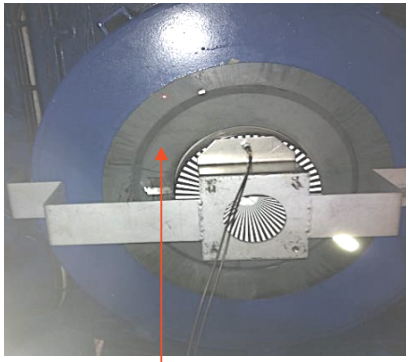
MOTEUR **20 CYLINDRES EN V**

(groupe de secours en centrale Nucléaire)





Capteur de vitesse
placé au droit
du vireur
(75 trous)

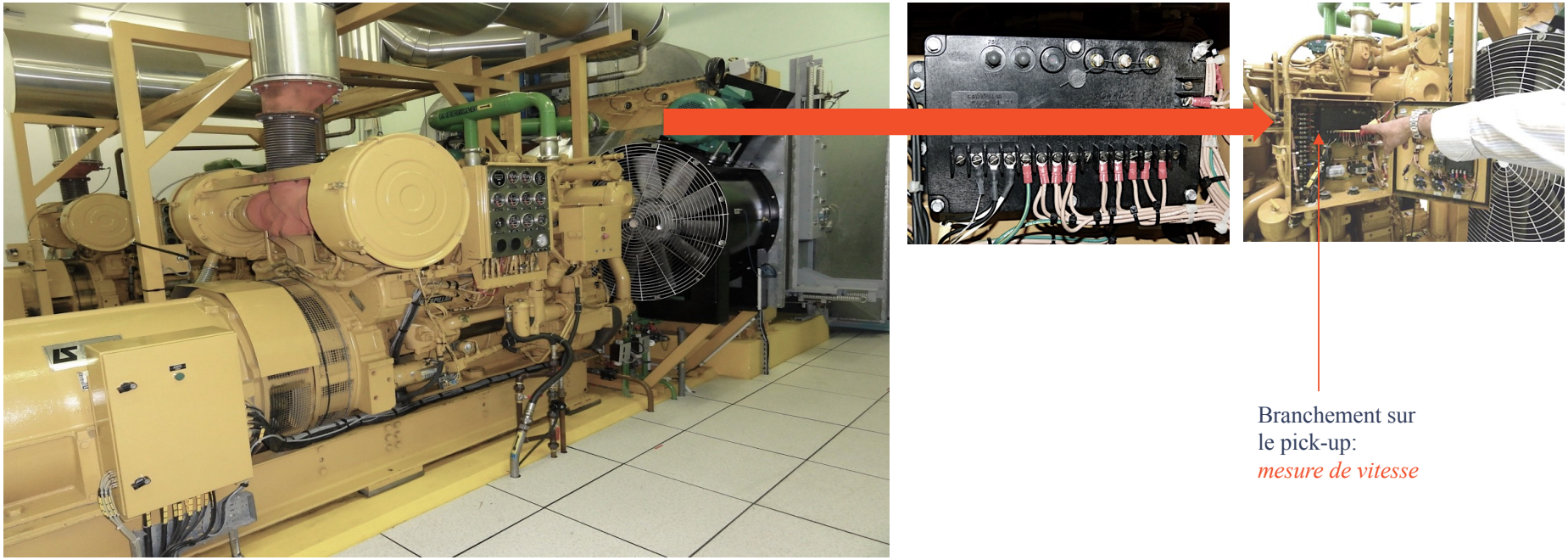


Capteur de vitesse
(Optel Thévon)
placé au droit d'une cible
(60 tops)

Hamid SAIAH
IMPÉDANCE / DataVIB

hamid.saiah@impedance.fr
01 69 35 15 27 I 06 09 90 74 07

MOTEUR DIESEL **8 CYLINDRES EN V**



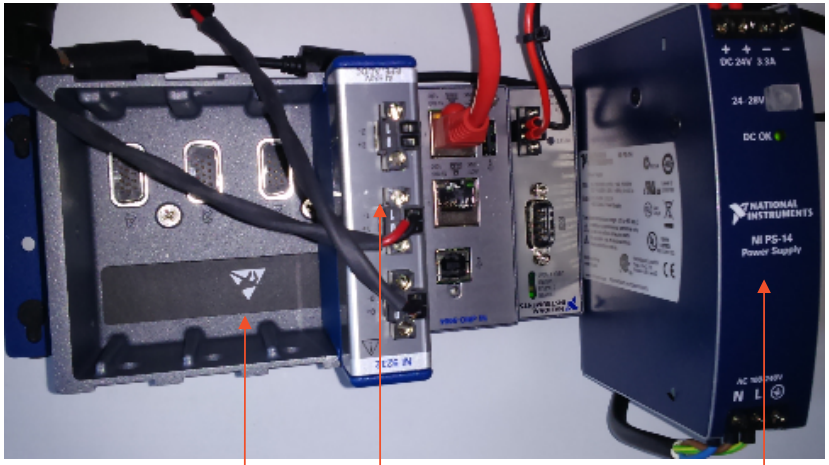
Branchement sur
le pick-up:
mesure de vitesse

Hamid SAIAH
IMPÉDANCE / DataVIB

hamid.saiah@impedance.fr
01 69 35 15 27 I 06 09 90 74 07

" BOITIER EMBARQUÉ C-RIO NATIONAL INSTRUMENT "

Boitier National Instrument
offrant une grande modularité

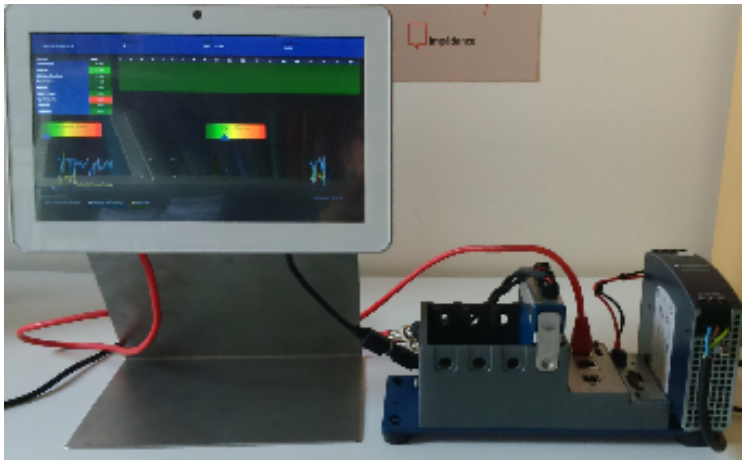


Compact RIO 9064

Module d'acquisition
National instrument 9232

Alimentation

Les boitiers peuvent être relié à un écran de diagnostique local
ou déporté(via une connexion Ethernet ou GSM)



Les boitiers gèrent l'acquisition,
le diagnostique automatique et peuvent être reliés à des
systèmes tiers via Ethernet, CAN
et entrées/sortie logique

Hamid SAIAH
IMPÉDANCE / DataVIB
hamid.saiah@impedance.fr
01 69 35 15 27 I 06 09 90 74 07

ECRAN DE VISUALISATION DES INDICATEURS VIB 360
DIAGNOSTIC AUTOMATIQUE MOTEUR A PISTONS

A PARTIR DES SIGNAUX VIBRATOIRES ISSUS DES CAPTEURS DE VITESSE.

Représentation des indicateurs de diagnostic global et par cylindre

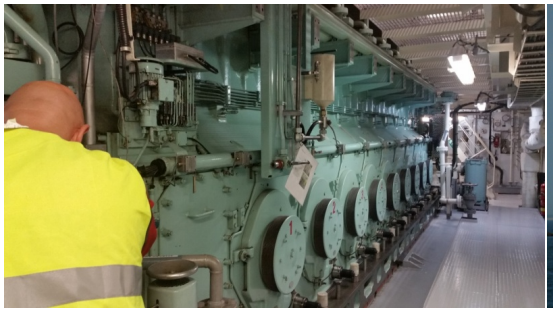
Courbes d'évolution dans le temps

Indicateurs globaux

Hamid SAIAH
IMPÉDANCE / DataVIB
hamid.saiah@impedance.fr
01 69 35 15 27 I 06 09 90 74 07

APPLICATIONS DANS L'INDUSTRIE
(SYSTÈMES C-RIO INSTALLÉS)

Locomotives équipées avec système VIB 360



Moteur de propulsion équipé avec système VIB 360

Moteur automobile

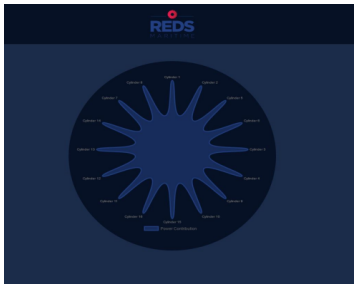
Moteur Diesel dans une centrale nucléaire

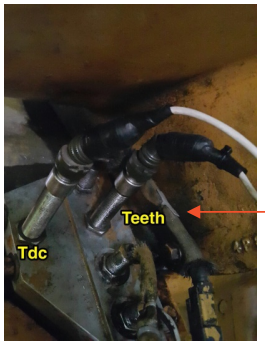
Moteur Gas (MWU) dans une station de cogénération

Hamid SAIAH
IMPÉDANCE / DataVIB
hamid.saiah@impedance.fr
01 69 35 15 27 I 06 09 90 74 07

" BOITIER EMBARQUÉ C-RIO NATIONAL INSTRUMENT "

MOTEURS DIESEL **V16 CATERPILLAR**





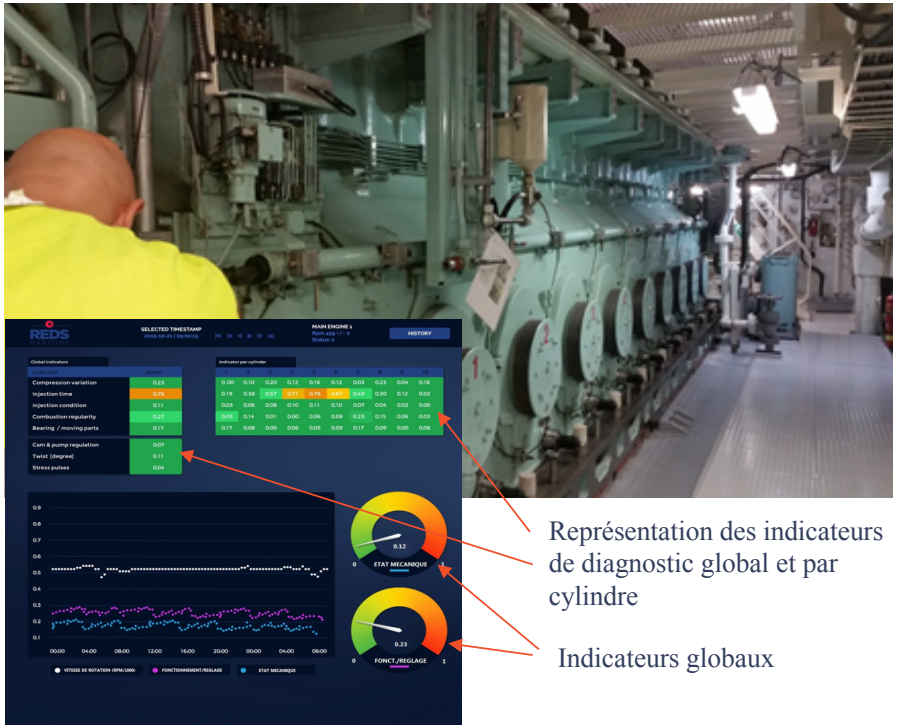
Dispositif
de mesures

Boitiers embarqués
National instrument 9232
+ Compact RIO 9067

Hamid SAIAH
IMPÉDANCE / DataVIB
hamid.saiah@impedance.fr
01 69 35 15 27 I 06 09 90 74 07

" BOITIER EMBARQUÉ C-RIO NATIONAL INSTRUMENT "

MOTEURS DIESEL **9 CYLINDRES EN LIGNE**

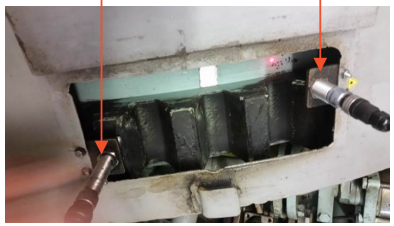


Représentation des indicateurs de diagnostic global et par cylindre

Indicateurs globaux

Capteur de vitesse en face du volant

Top laser PMH

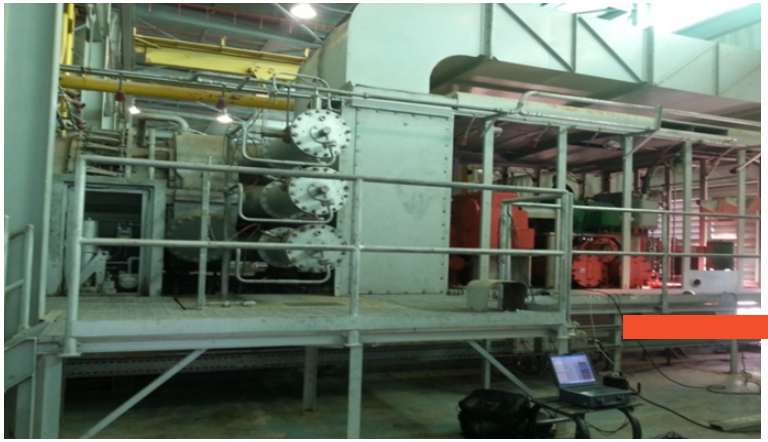


Dispositif de mesures

Boitier embarqué
National instrument
9232 + Compact RIO 9067

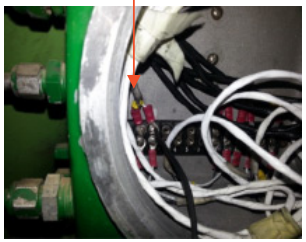
Hamid SAIAH
IMPÉDANCE / DataVIB
hamid.saiah@impedance.fr
01 69 35 15 27 I 06 09 90 74 07

TURBINE **GE3002**



Branchement sur le pick up:
Mesure capteur de vitesse

Palier avec capteur de vitesse



Signal de la roue 60 dents

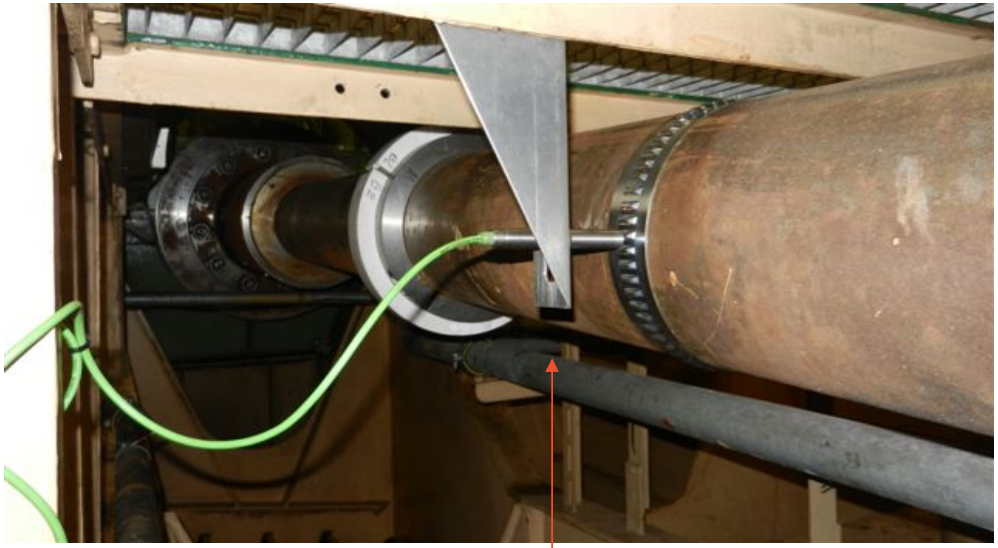
Diagnostic automatique
Turbine

Indicateur	Alarme
Paliers/Stabilité	0.48
Combustion/Stabilité	0.03
Ailettes	0.00
Irre.Cinématique	2.93

Hamid SAIAH
IMPÉDANCE / DataVIB
hamid.saiah@impedance.fr
01 69 35 15 27 I 06 09 90 74 07

MESURE SUR LIGNE TRANSMISSION POUR DIAGNOSTIC
ET EXTRACTION DU COUPLE INSTANTANÉ

Emplacement de
2 cibles (60 tops)



Capteur de vitesse placé au droit d'une cible (60 tops)

Hamid SAIAH
IMPÉDANCE / DataVIB

hamid.saiah@impedance.fr
01 69 35 15 27 I 06 09 90 74 07

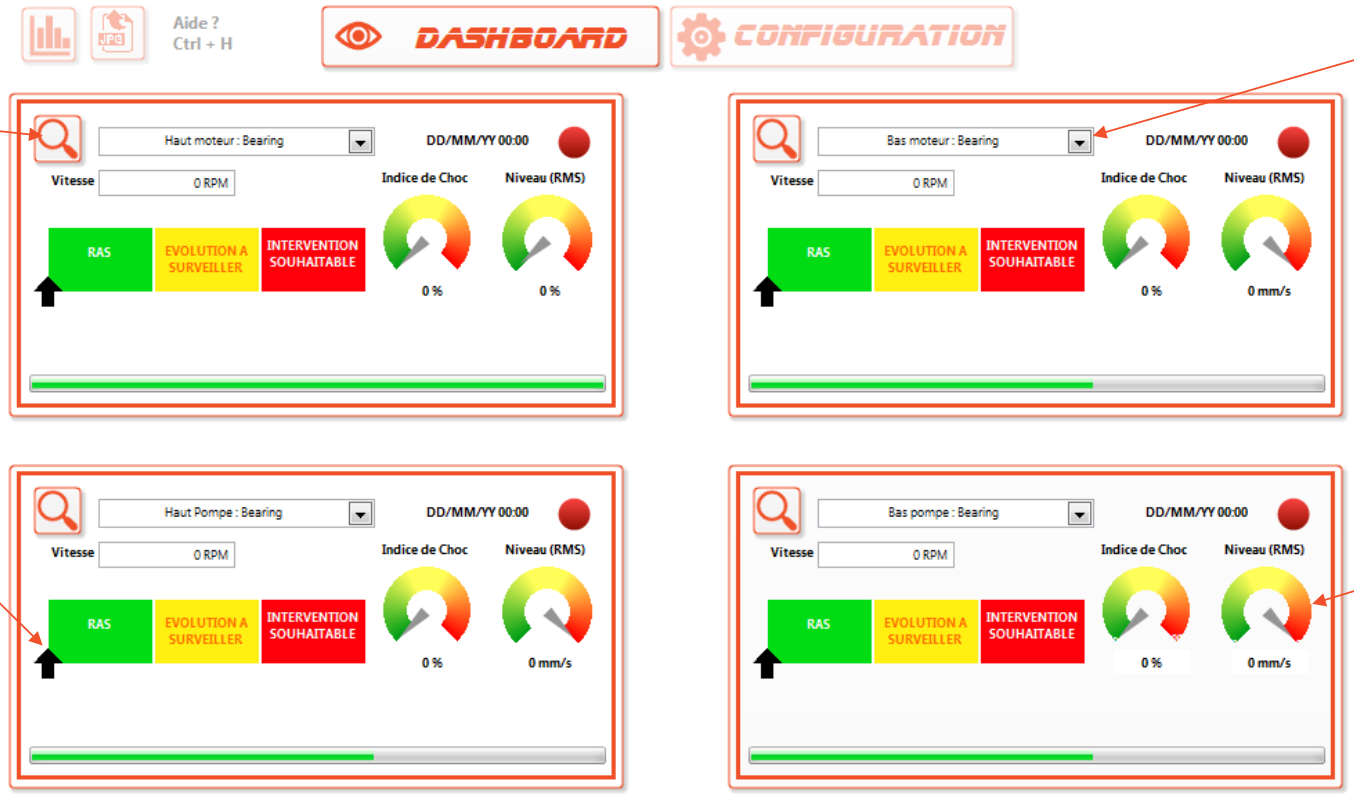
ECRAN DE VISUALISATION DES INDICATEURS VIB 360
DIAGNOSTIC AUTOMATIQUE NIVEAU 1 MACHINES TOURNANTES
A PARTIR DES SIGNAUX VIBRATOIRES ISSUS DES ACCELEROMETRES.

Bouton d'accès à l'analyse détaillée Niveau 2 "BEARING"

Désignation d'un composant de la machine

Curseur de l'indice d'état de santé mécanique du composant de la machine.

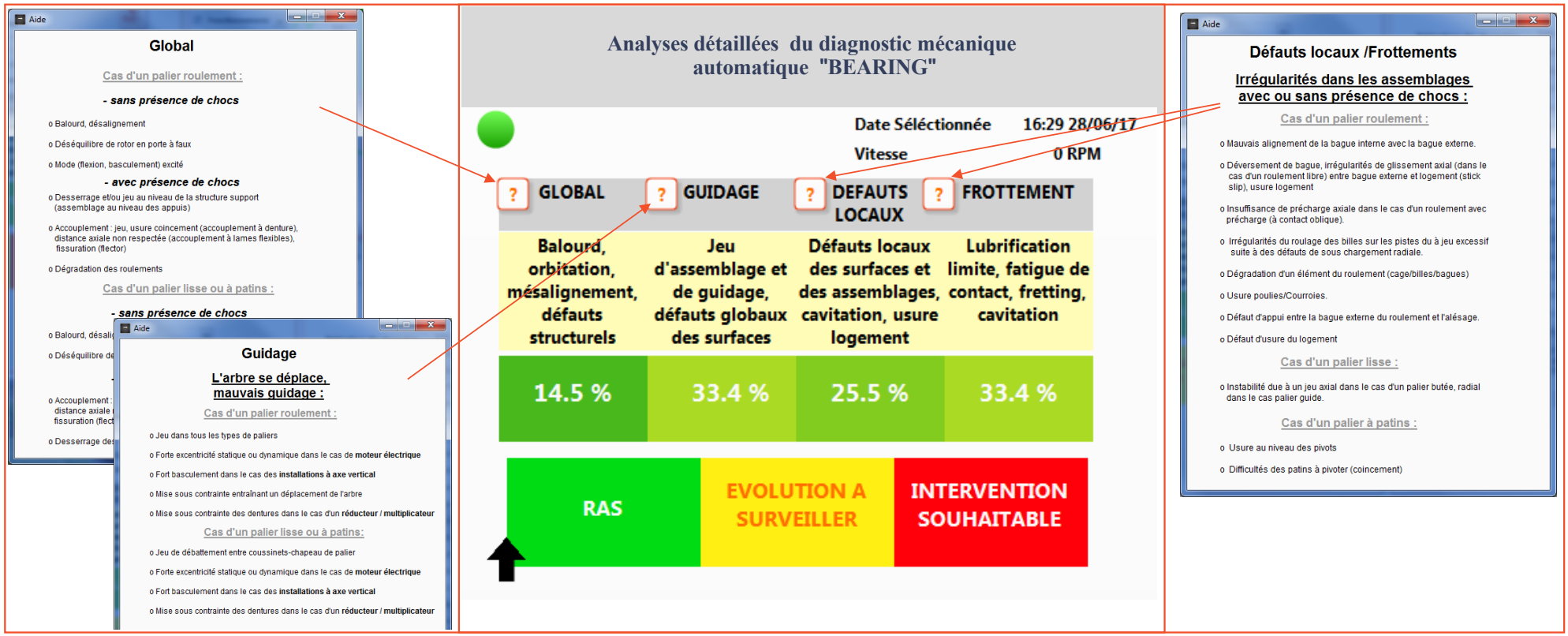
Indicateurs globaux (Indice de chocs en % et vitesse vibratoire en mm/s RMS)



DESIGNED BY AMS Consulting

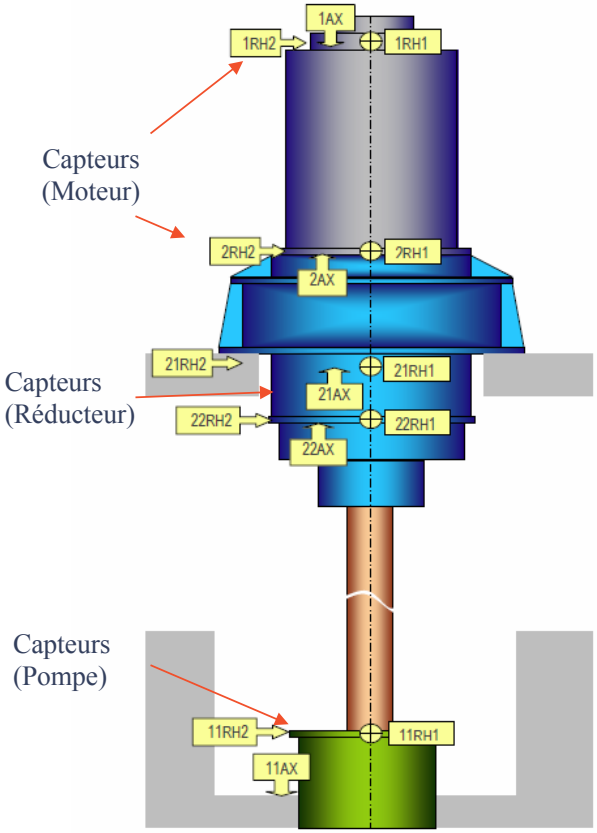
Hamid SAIAH
IMPÉDANCE / DataVIB
hamid.saiah@impedance.fr
01 69 35 15 27 I 06 09 90 74 07

ECRAN DE VISUALISATION DES INDICATEURS VIB 360
DIAGNOSTIC AUTOMATIQUE NIVEAU 2 MACHINES TOURNANTES
A PARTIR DES SIGNAUX VIBRATOIRES ISSUS DES ACCELEROMETRES.



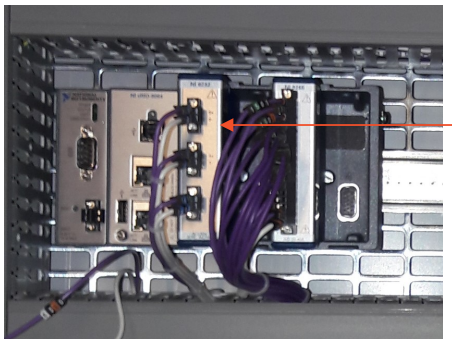
Hamid SAIAH
IMPÉDANCE / DataVIB
hamid.saiah@impedance.fr
01 69 35 15 27 I 06 09 90 74 07

1 - RÉALISATION DE MESURES D'UN GROUPE MOTOPOMPE



2 - POST TRAITEMENT (BOITIER NI Compact RIO)

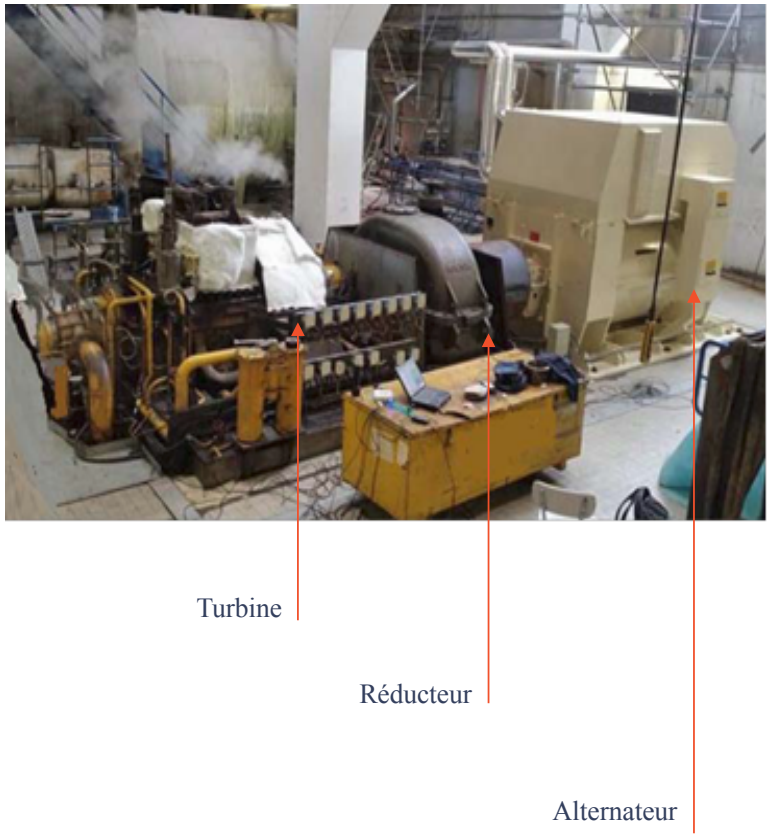
(ANALYSE, DIAGNOSTIC MÉCANIQUE, SYNTHÈSE AUTOMATIQUE)



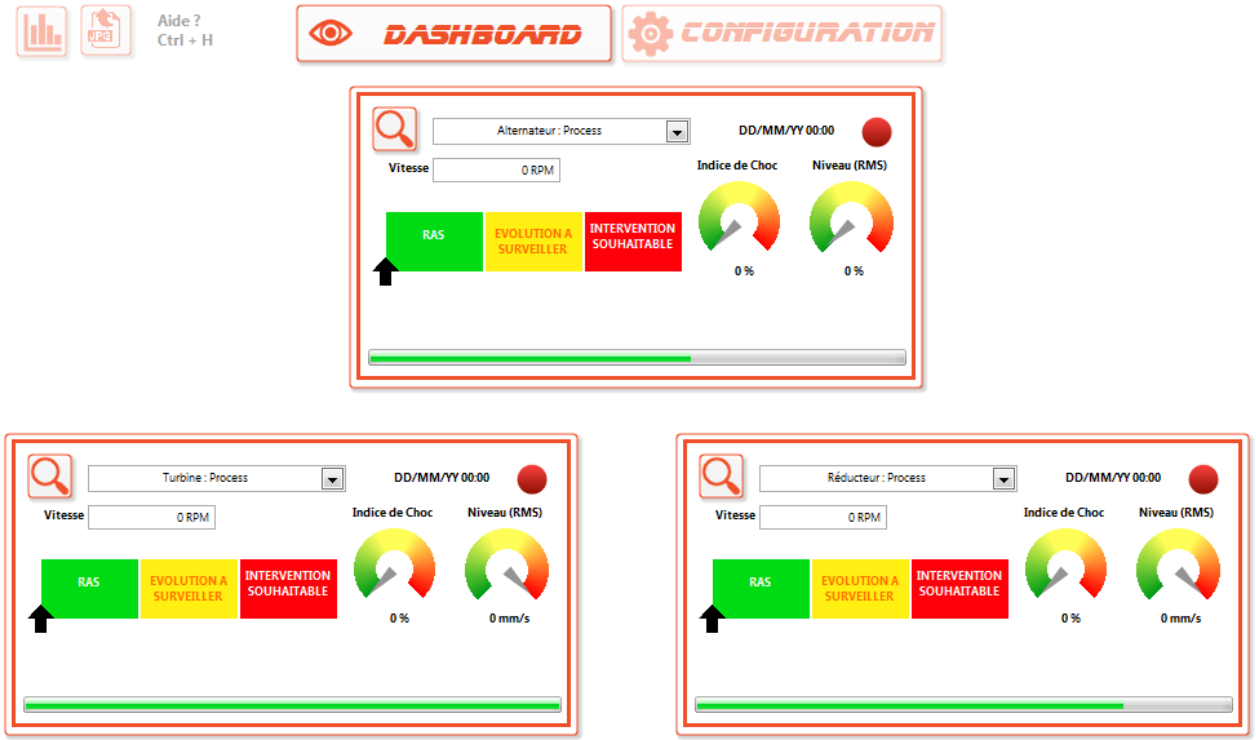
Boitiers embarqués
Compact RIO 9064 +
Modules NI9232

Hamid SAIAH
IMPÉDANCE / DataVIB
hamid.saiah@impedance.fr
01 69 35 15 27 I 06 09 90 74 07

1 - RÉALISATION DE MESURES D'UN GROUPE TURBO- ALTERNATEUR



2 - POST TRAITEMENT (IHM VIB 360°) (ANALYSE, DIAGNOSTIC MÉCANIQUE, SYNTHÈSE AUTOMATIQUE)



Hamid SAIAH
IMPÉDANCE / DataVIB
hamid.saiah@impedance.fr
01 69 35 15 27 I 06 09 90 74 07

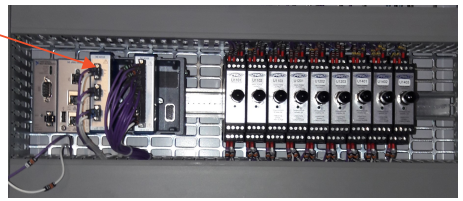
1 - RÉALISATION DE MESURES D'UN GROUPE MOTO-VENTILATEUR

2 - RÉALISATION DE MESURES D'UN BROYEUR

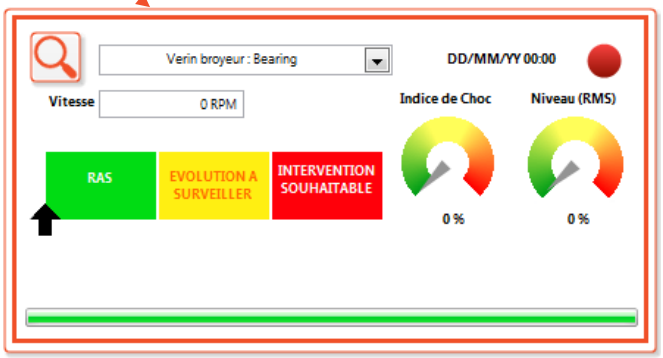
Capteur accéléromètre

2 - POST TRAITEMENT (ANALYSE,DIAGNOSTIC MÉCANIQUE, AUTOMATIQUE)

Boitier embarqués Compact RIO 9064 + Modules NI9232



Interface VIB 360 (Vérin du broyeur)



Hamid SAIAH
IMPÉDANCE / DataVIB
hamid.saiah@impedance.fr
01 69 35 15 27 I 06 09 90 74 07

DIAGNOSTIC MECANIQUE
A PARTIR DES ACYCLISMES

DISPOSITIF DE MESURE NON INTRUSIF	DIAGNOSTIC AUTOMATIQUE DES MOTEURS À PISTONS	EXTRACTION RAPIDE DES ACYCLISME ET TORSION
Utilisation du pick-up existant ou instrumentation en externe d'un capteur de vitesse	Bilan de santé automatique Résultats immédiats par descripteurs globaux pour chaque cylindre	Résultats détaillés pour la description du comportement dynamique des moteurs et des lignes d'arbre

Hamid SAIAH
IMPÉDANCE / DataVIB
hamid.saiah@impedance.fr
01 69 35 15 27 I 06 09 90 74 07

" CONCLUSION (2) "

DIAGNOSTIC MECANIQUE A PARTIR DES VIBRATIONS ISSUES DES ACCELEROMETRES **ASSOCIEES AUX METHODES DE CALCUL DES ACYCLISMES**

DISPOSITIF DE MESURE NON INTRUSIF	DIAGNOSTIC AUTOMATIQUE
Utilisation des capteurs accélérométriques et/ou de déplacement instrumentés en externe	Bilan de santé automatique Résultats immédiats par descripteurs globaux/détaillés pour chaque organe

Hamid SAIAH
IMPÉDANCE / DataVIB
hamid.saiah@impedance.fr
01 69 35 15 27 I 06 09 90 74 07