



*Groupe - Technologie*

*Une force d'innovation*

# **Diagnostics vibro-acoustiques pour disjoncteurs à haute tension**

Auteur: **Michel Landry**

Date: Janvier 2009



# Origine des défaillances (2<sup>ème</sup> enquête CIGRE)

| Type d'anomalie                   | Composants en défaut         | Défaillances majeures (%) | Défaillances mineures (%) |
|-----------------------------------|------------------------------|---------------------------|---------------------------|
| <b>Mécanique</b>                  | <b>Mécanisme d'opération</b> | <b>44</b>                 | <b>39</b>                 |
| <b>SE CONFIRMENT À HQ TÉ</b>      |                              |                           |                           |
| Mécanique                         | Autres composants mécaniques | 10                        | 10                        |
| Électrique                        | Circuit principal            | 14                        | 1                         |
| Électrique                        | Contrôle et auxiliaires      | 25                        | 10                        |
| Étanchéité au gaz SF <sub>6</sub> |                              | 7                         | 40                        |

# Capteurs: Accéléromètres

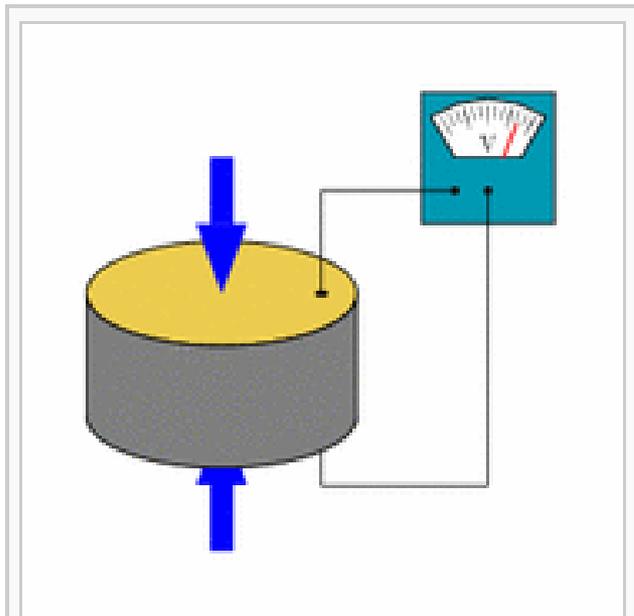


Illustration du comportement d'une pastille piézoélectrique : la contrainte appliquée crée un signal électrique.

Référence: <http://www.wikipedia.org/>

Brüel & Kjaer,  
type  
4384



Diamètre=  
13,5 mm

- L'accéléromètre **piézoélectrique**: **source de charge**
- Sensitivité est exprimée en (**pC/g**) où  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$
- Un **crystal de quartz** (céramique: titanate de baryum) **se charge** sur deux faces lorsqu'on le soumet à une **force exercée entre ces deux faces**.
- Une métallisation des faces permet de recueillir une tension électrique qui pourra être utilisée dans un circuit.

# Exemple de spécifications d'accéléromètres

## Specifications – Charge Accelerometer Type 4384, 4384-S and 4384-V

|  | Units              | 4384/4384-S                      | 4384-V    |
|--|--------------------|----------------------------------|-----------|
| <b>Dynamic Characteristics</b>               |                    |                                  |           |
| Charge Sensitivity (@ 159.2 Hz)              | pC/g               | 9.8 ± 2%                         | 9.8 ± 15% |
| Frequency Response                           |                    | See typical Amplitude Response   |           |
| Mounted Resonance Frequency                  | kHz                | 42                               |           |
| Amplitude Response ±10% [1]                  | Hz                 | 0.1 to 12600                     |           |
| Transverse Sensitivity                       | %                  | <4                               |           |
| Transverse Resonance Frequency               | kHz                | 15                               |           |
| <b>Electrical Characteristics</b>            |                    |                                  |           |
| Min. Leakage Resistance @ 20°C               | GΩ                 | ≥ 20                             |           |
| Capacitance                                  | pF                 | 1200                             |           |
| Grounding                                    |                    | Signal ground connected to case  |           |
| <b>Environmental Characteristics</b>         |                    |                                  |           |
| Temperature Range                            | °C (°F)            | -54 to +250 (-65 to +482)        |           |
| Humidity                                     |                    | Welded, sealed                   |           |
| Max. Operational Sinusoidal Vibration (peak) | g pk               | 6000                             |           |
| Max. Operational Shock (± peak)              | g pk               | 20000                            |           |
| Base Strain Sensitivity                      | Equiv. g/μ strain  | 0.002                            |           |
| Thermal Transient Sensitivity                | Equiv. g/°C (g/°F) | 0.04 (0.011)                     |           |
| Magnetic Sensitivity (50 Hz–0.03 Tesla)      | g/T                | 0.4                              |           |
| <b>Physical Characteristics</b>              |                    |                                  |           |
| Dimensions                                   |                    | See outline drawing              |           |
| Weight                                       | gram (oz.)         | 11 (0.39)                        |           |
| Case Material                                |                    | Titanium                         |           |
| Connector                                    |                    | 10–32 UNF                        |           |
| Mounting                                     |                    | 10–32 UNF × 3.2 mm threaded hole |           |

[1] Low-end response of the transducer is a function of its associated electronics

# Appareil de diagnostics vibro-acoustiques CBV-16

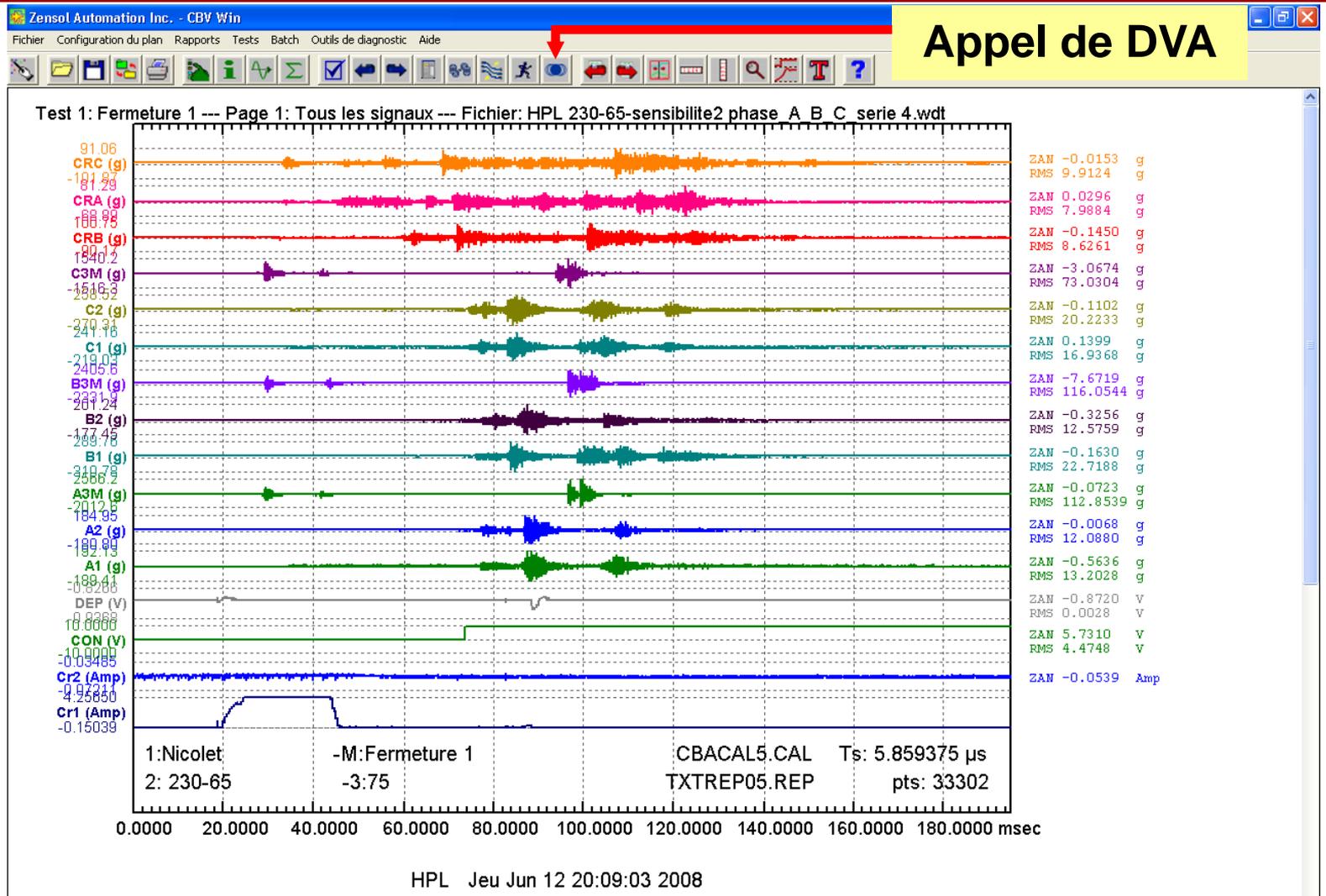
## Modules de conditionnement



## CBV-16



# CBV WIN - DVA



# Fonctionnalités du logiciel DVA

---

- **Synchronisation** des traces et **ajustement** de l'**intervalle de temps** pour l'analyse
- **Moyenne** dans le domaine fréquentiel de **plusieurs manœuvres** consécutives d'ouvertures ou de fermetures
- **Suppression** du **bruit**
- **Un algorithme DTW** (« Dynamic Time Warping ») **robuste** demeurant centré sur les événements mécaniques principaux
- **Évaluation des écarts** d'amplitude après **recalage** des signaux à analyser
- **Spectrogrammes** (diagramme temps-fréquence) disponibles

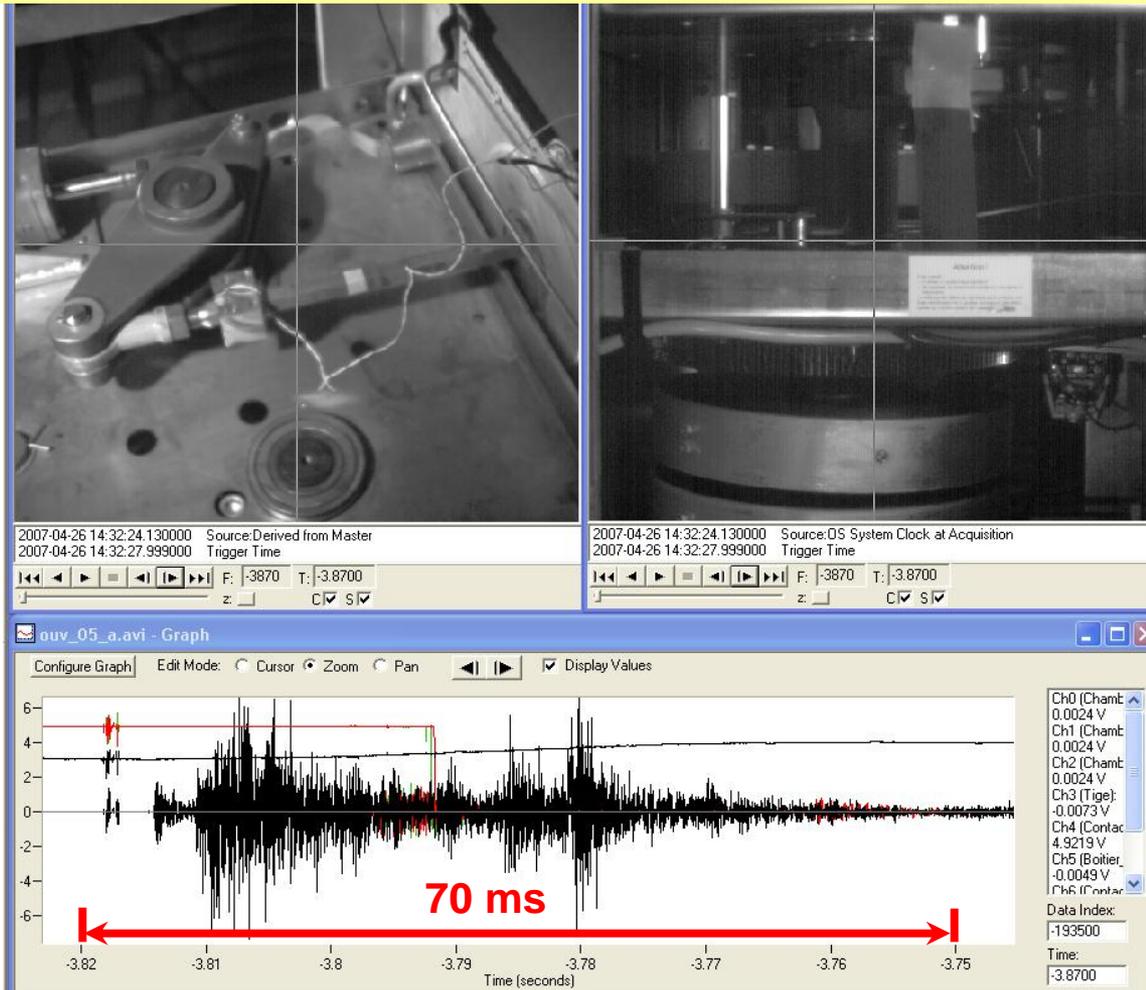
# Logiciel DVA - Niveaux d'alarme

---

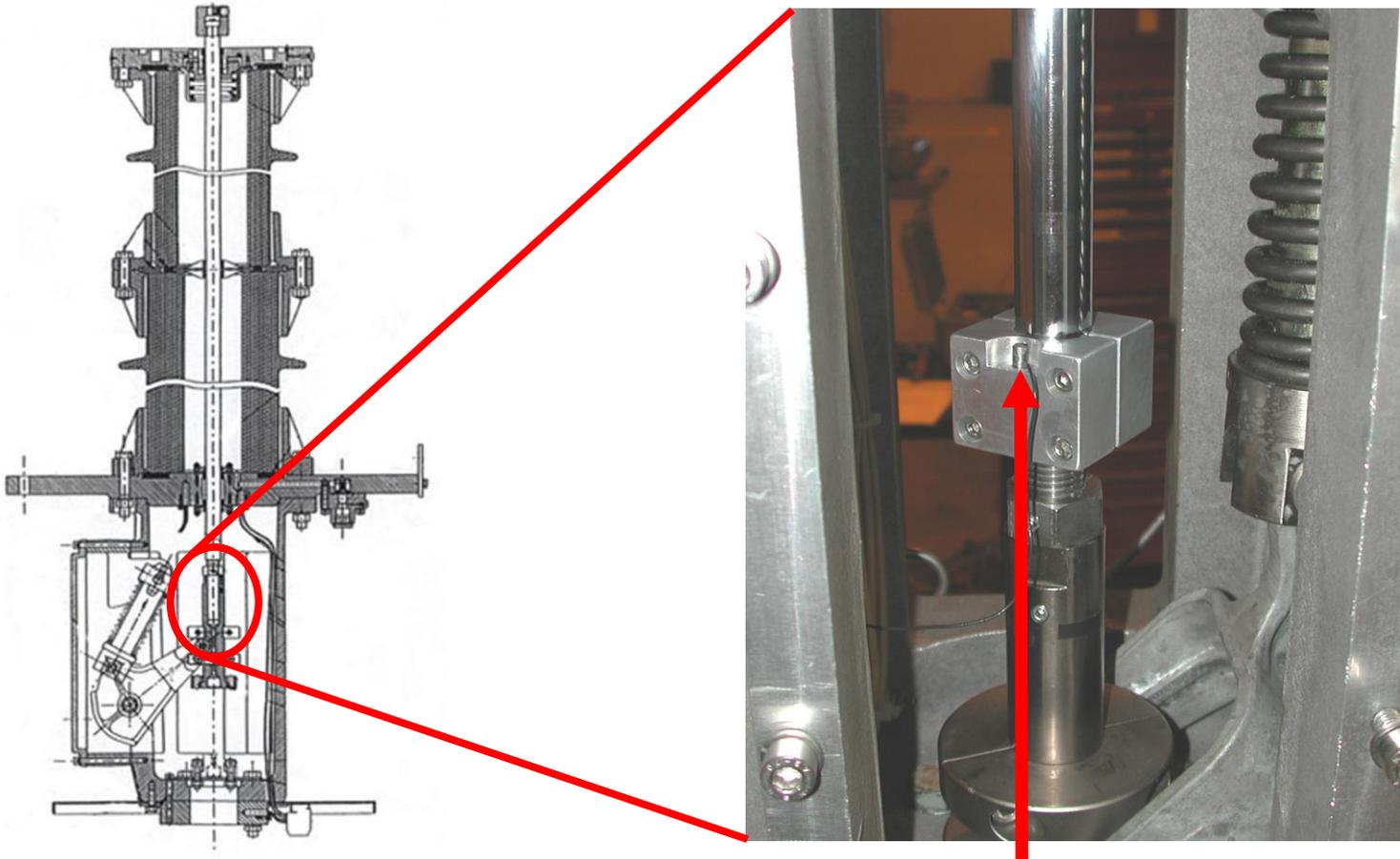
- Niveau d'alarme rouge représentatif d'une anomalie réelle :
  - Écart en amplitude ( $\Delta A$ ) :  $\geq 15 \text{ dB}$
  - Écart en temps ( $\Delta t$ ) :  $\geq 5 \text{ ms}$
- Niveau d'alarme jaune (disjoncteur à surveiller):
  - Écart en amplitude ( $\Delta A$ ) :  $10 \text{ dB} < \Delta A < 15 \text{ dB}$
  - Écart en temps ( $\Delta t$ ) :  $3 \text{ ms} < \Delta t < 5 \text{ ms}$

# Film Caméra rapide (Mécanisme + signaux)

HGF (Areva) 145 kV, SF<sub>6</sub>/N<sub>2</sub>, Commande à ressorts

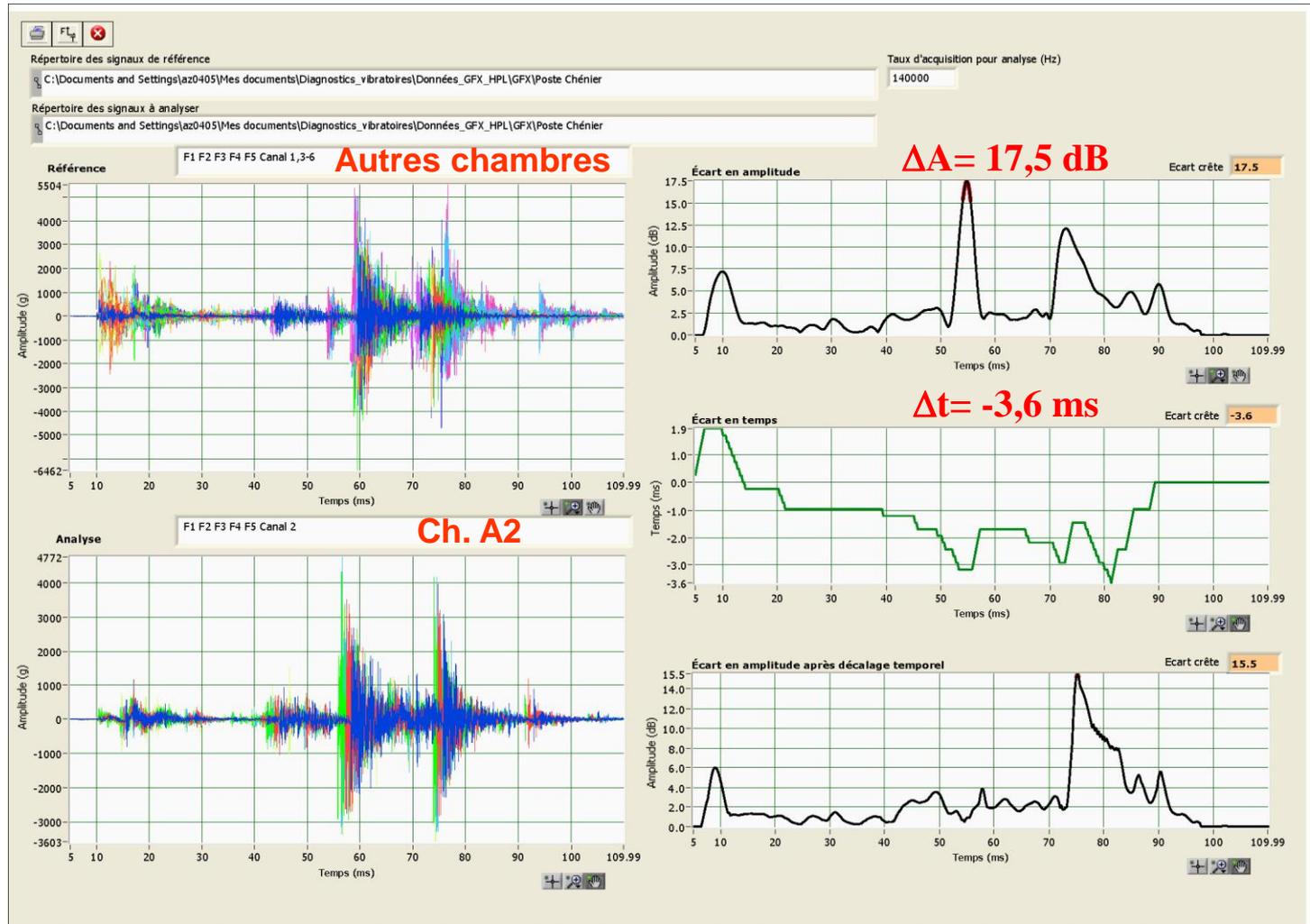


# Disjoncteur GFX-Position de l'accéléromètre



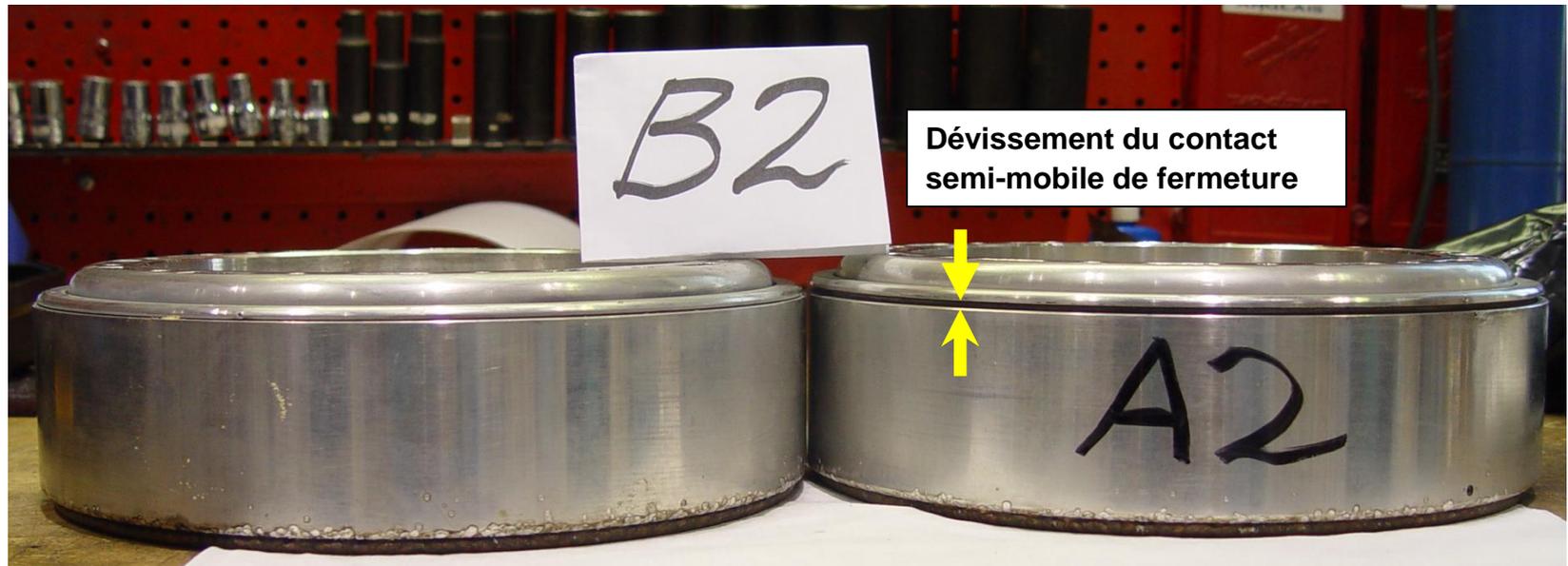
Accéléromètre

# Analyse DTW par le logiciel DVA

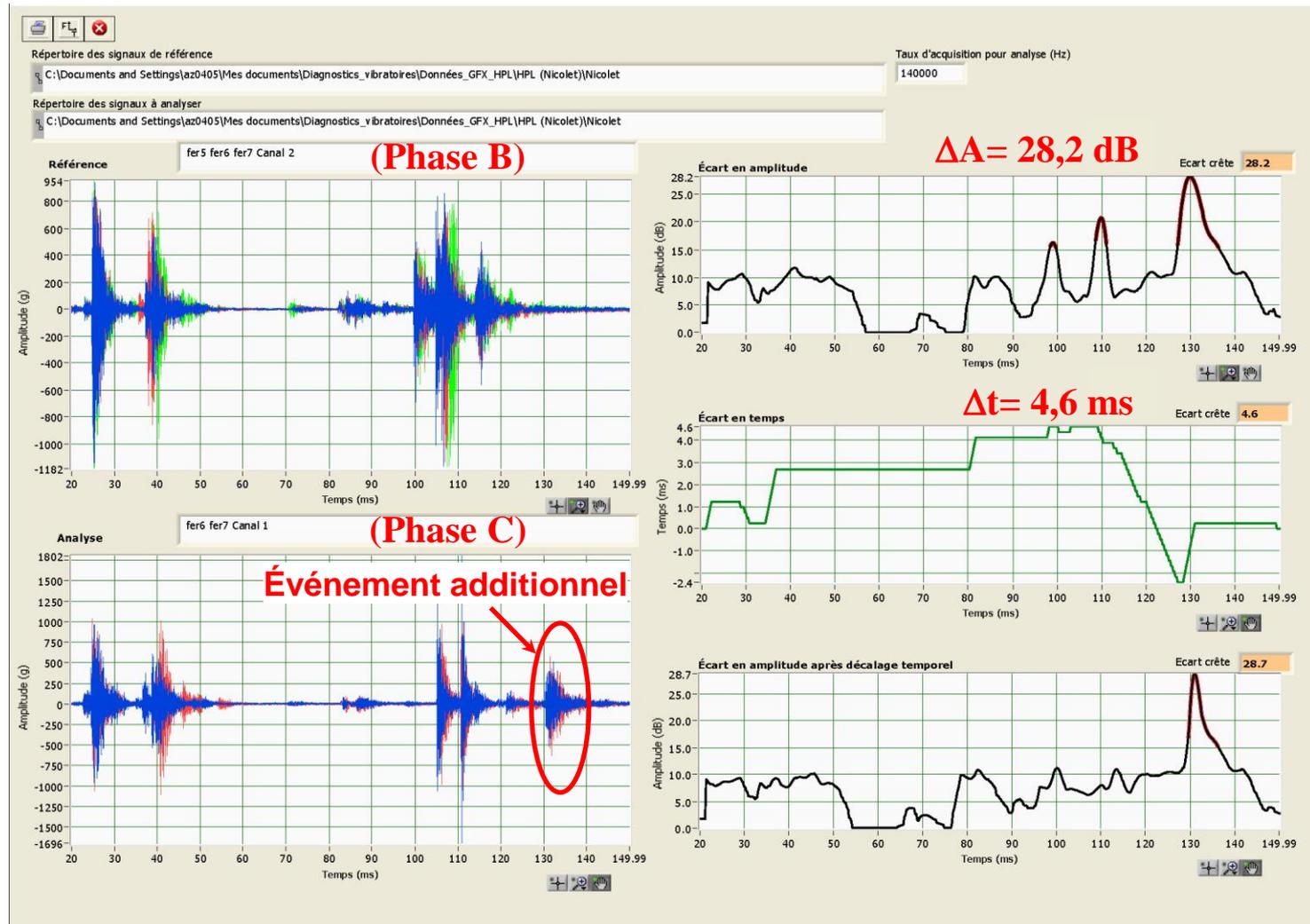


# Inspection du GFX 300-30 – Poste Chénier (Dévissement de contacts – Chambres A2 et C1)

---



# Cas Nicolet – Analyse DTW par DVA



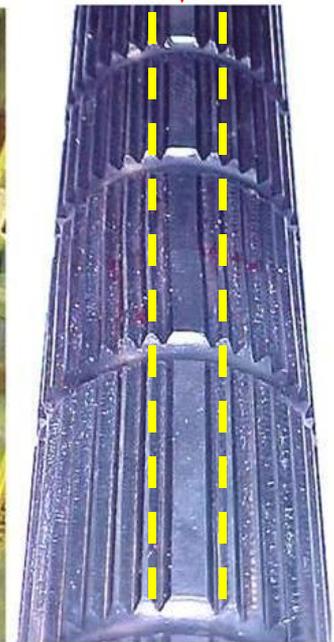
# HPL au poste Nicolet (Mécanisme Phase C)



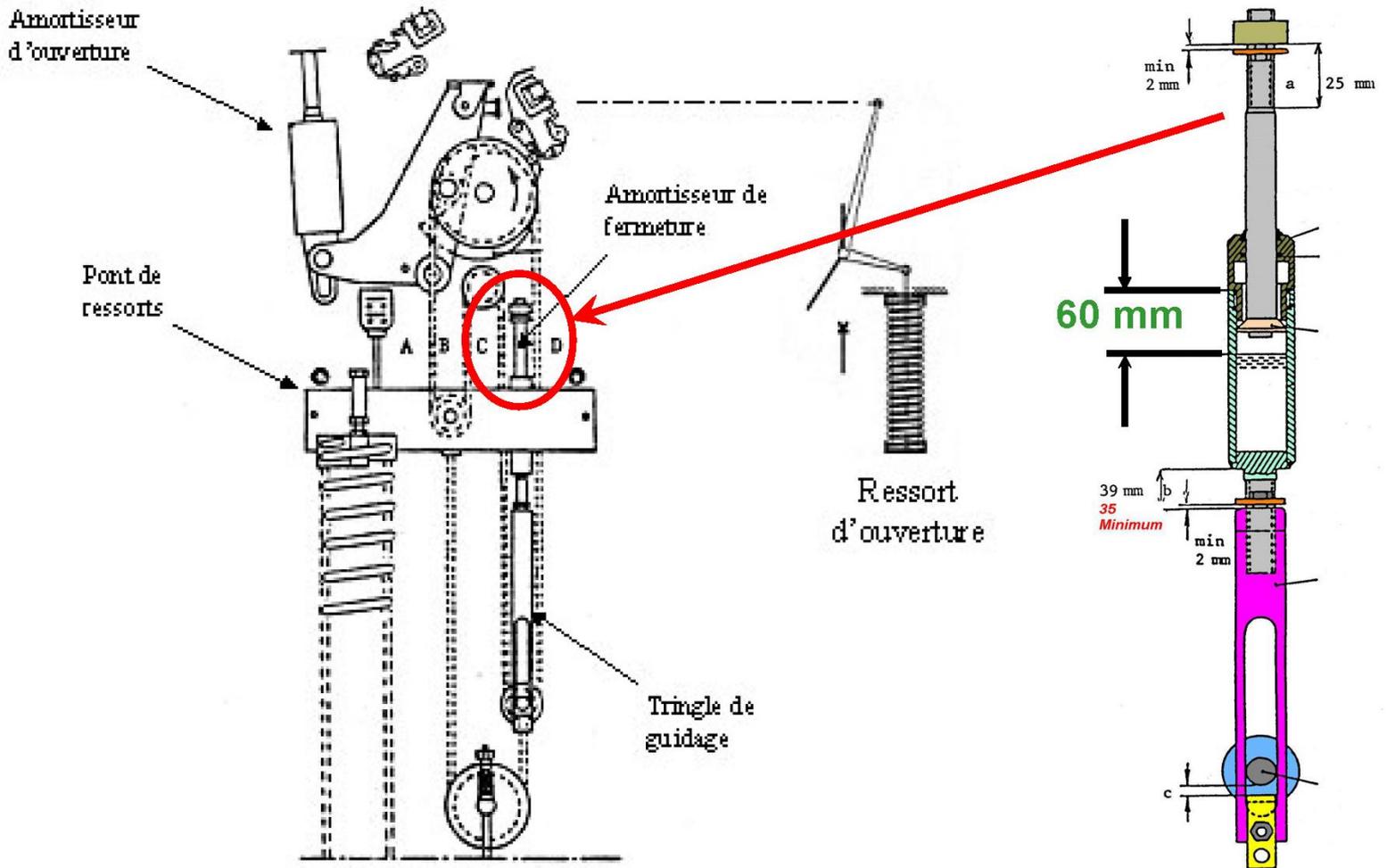
HPL-230-61 / BLG 1002A



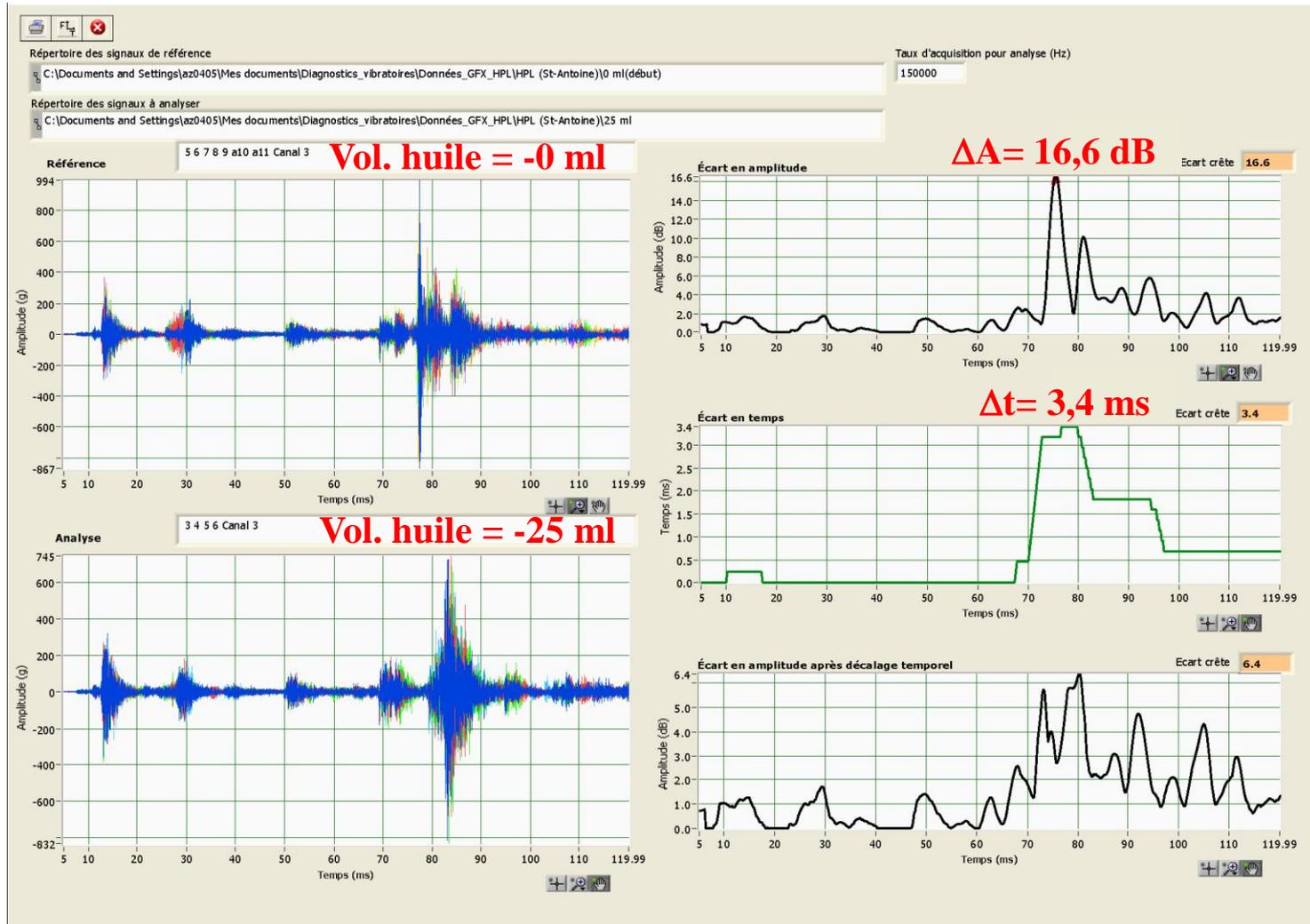
Engrenage  
déformé



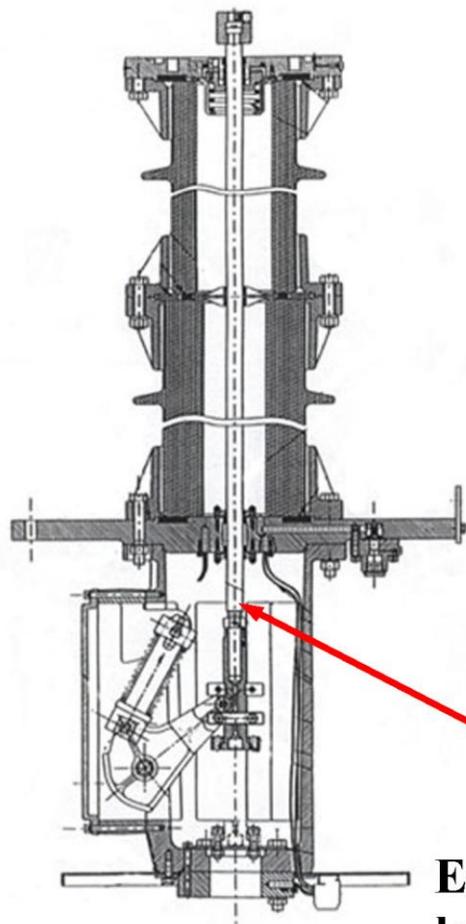
# HPL – Bas niveau d'huile dans l'amortisseur de fermeture



# HPL - Bas niveau d'huile dans l'amortisseur de fermeture - Analyse DTW par DVA



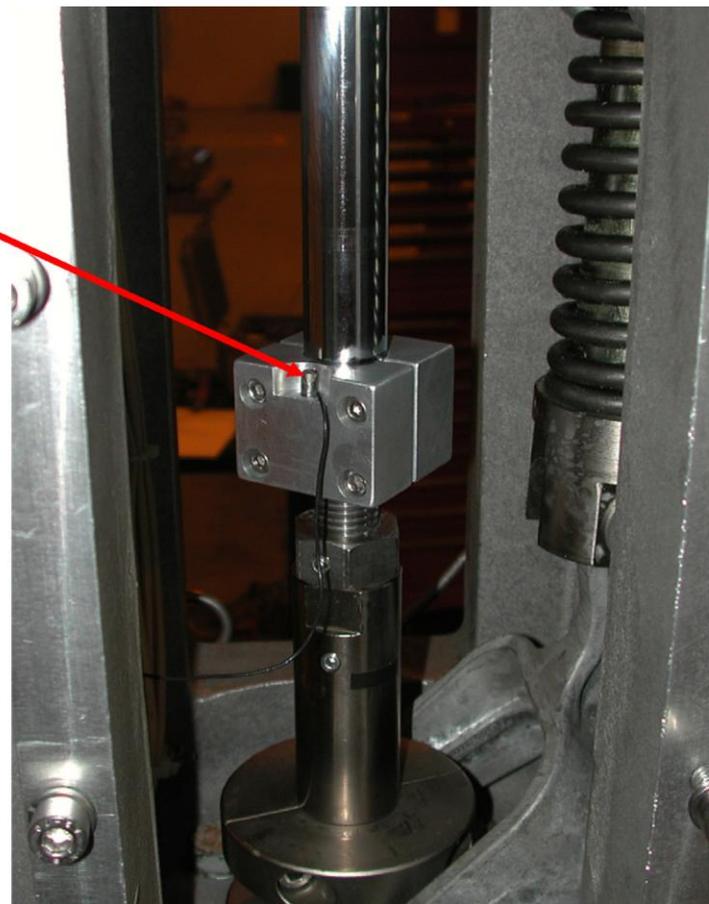
# GFX - Dévissement/Arrachement de la bielle de commande



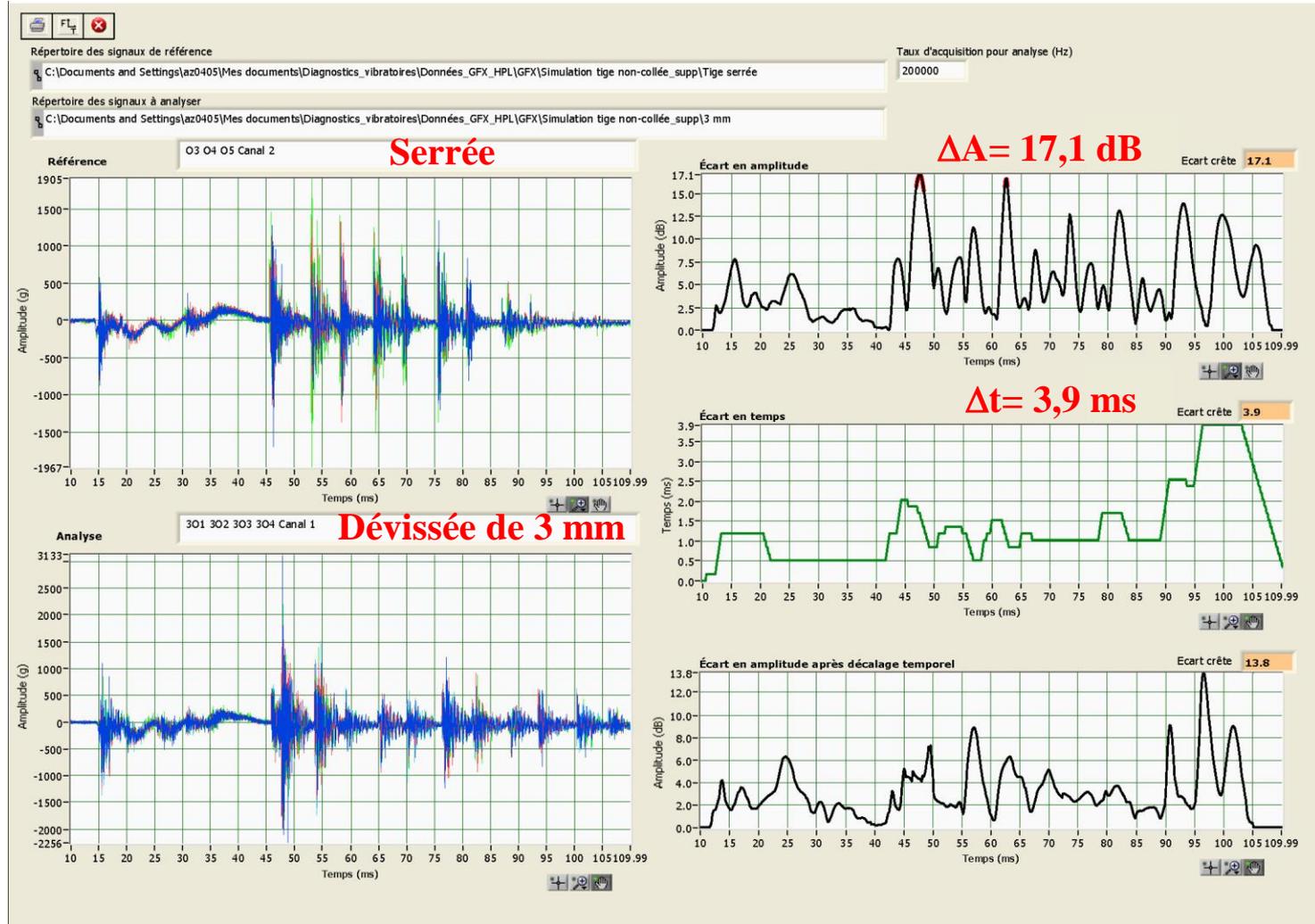
Accéléromètre



Embout métallique de la bielle de commande

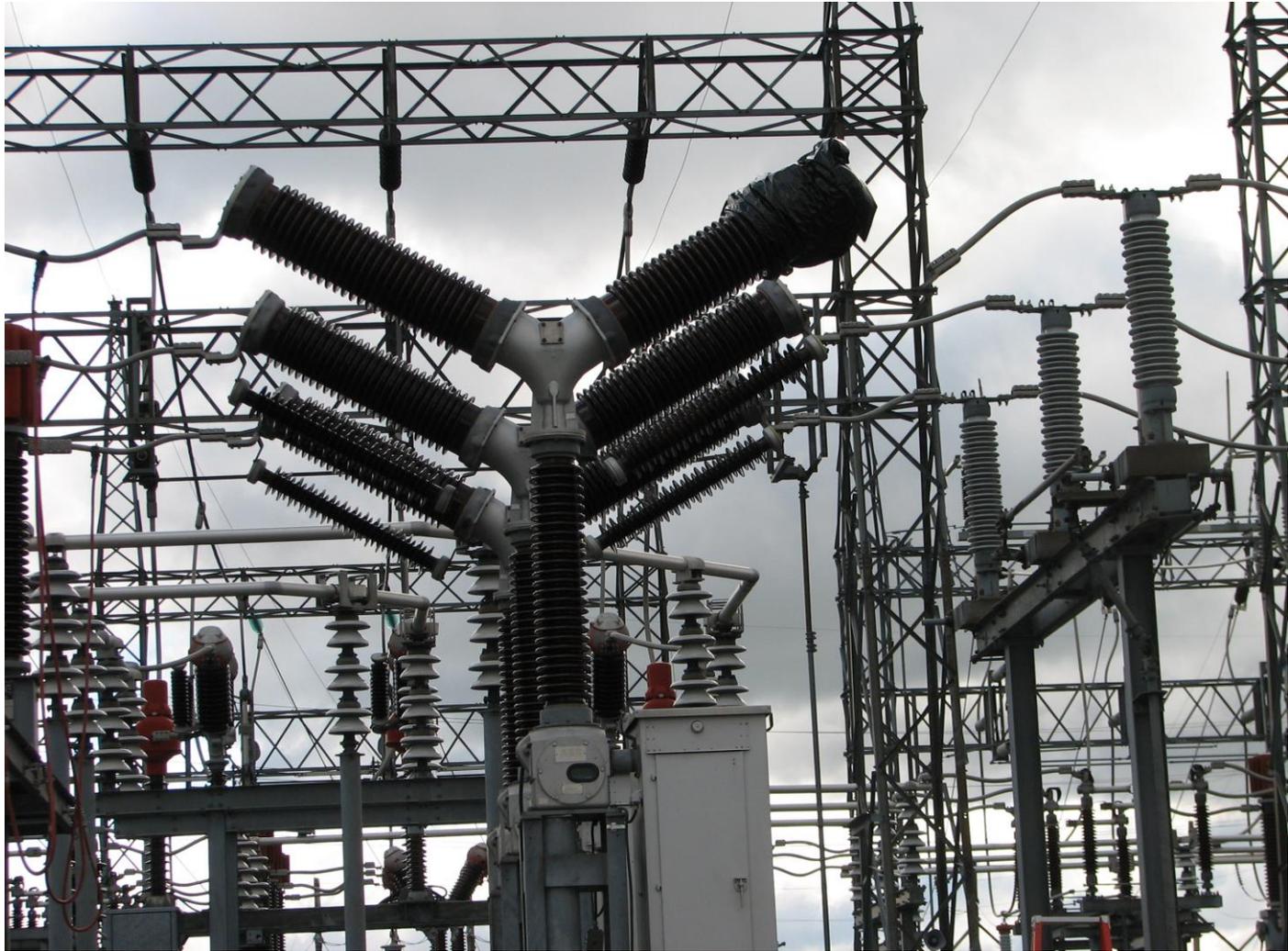


# GFX - Dévissage/Arrachement de la bielle de commande – Analyse DTW par DVA



# Disjoncteur HPL 120-2 au poste De Léry

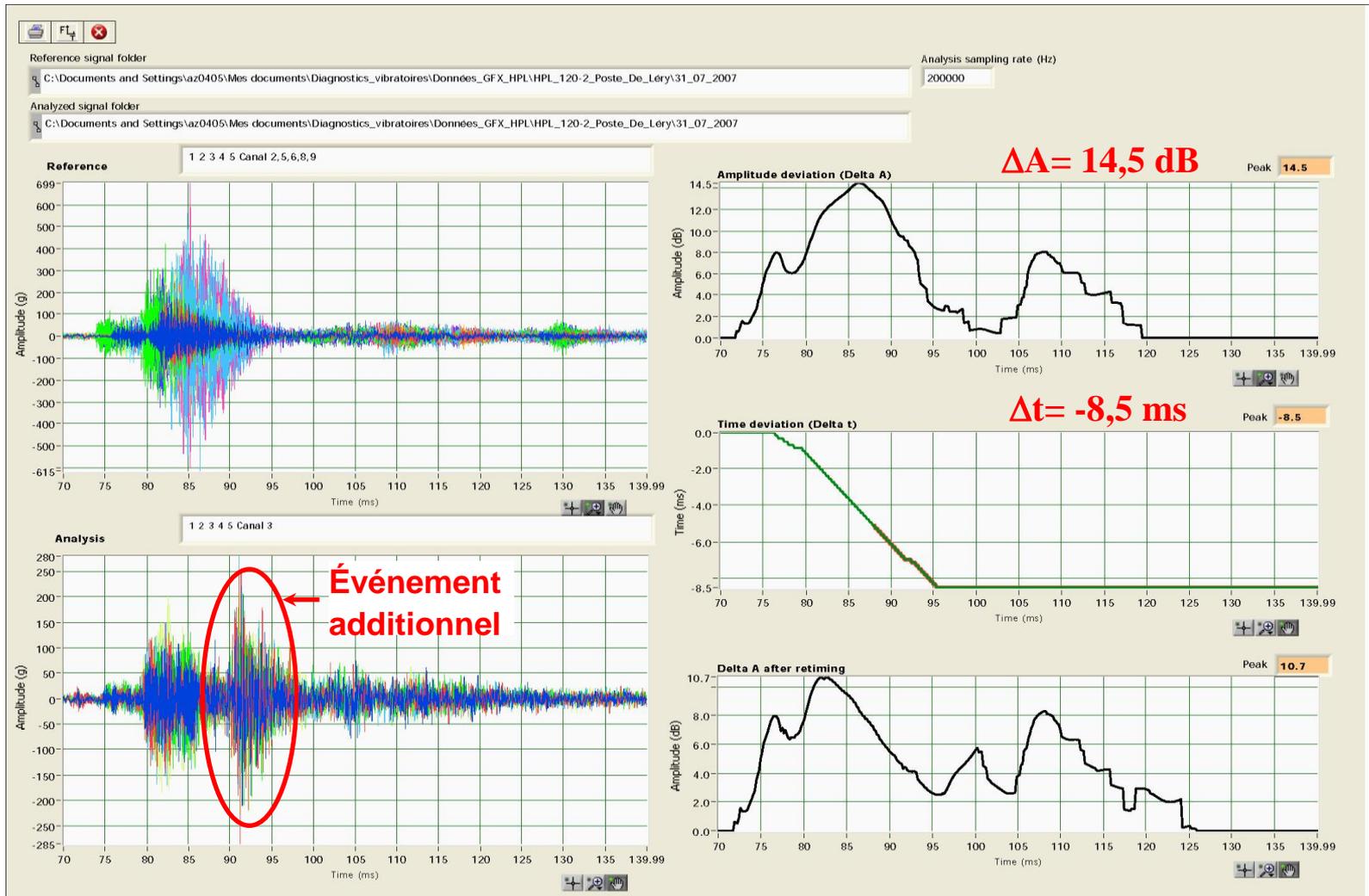
---



# Tableau sommaire des analyses par DVA

| Identification de la chambre ou du mécanisme | Signaux de référence                    | Fermetures   |                  | Ouvertures       |            |
|--|---|--------------|------------------|------------------|------------|
|  |   | $\Delta A^2$ | $\Delta t^3$     | $\Delta A$       | $\Delta t$ |
| Chambre A1                                   | Toutes les autres chambres <sup>1</sup> | 6,1          | -0,7             | 7,4              | -1,9       |
| Chambre A2                                   |   | 14,5         | -8,5<br>(Fig. 1) | 10,7             | -3,1       |
| Chambre B1                                   |   | 9,1          | 1,0              | 4,9              | 0,3        |
| Chambre B2                                   |   | 9,7          | -1,7             | 6,2              | 1,4        |
| Chambre C1                                   |   | 10,5         | -3,7             | 14,0<br>(Fig. 2) | 1,7        |
| Chambre C2                                   |   | 11,0         | -3,4             | 8,1              | 2,0        |
| Mécanisme $\phi A$                           | Mécanisme $\phi B$                      | 8,0          | 1,4              | 9,4              | -1,2       |
| Mécanisme $\phi A$                           | Mécanisme $\phi C$                      | 10,8         | 1,9              | 6,2              | -0,3       |
| Mécanisme $\phi B$                           | Mécanisme $\phi C$                      | 9,2          | 0,7              | 5,2              | 0,3        |
| Mécanisme $\phi A$                           | Mécanisme $\phi A$ 2002                 | 12,5         | -2,0             | -                | -          |
| Mécanisme $\phi B$                           | Mécanisme $\phi B$ 2002                 | 7,4          | -1,4             | -                | -          |
| Mécanisme $\phi C$                           | Mécanisme $\phi C$ 2002                 | 9,7          | -1,1             | -                | -          |

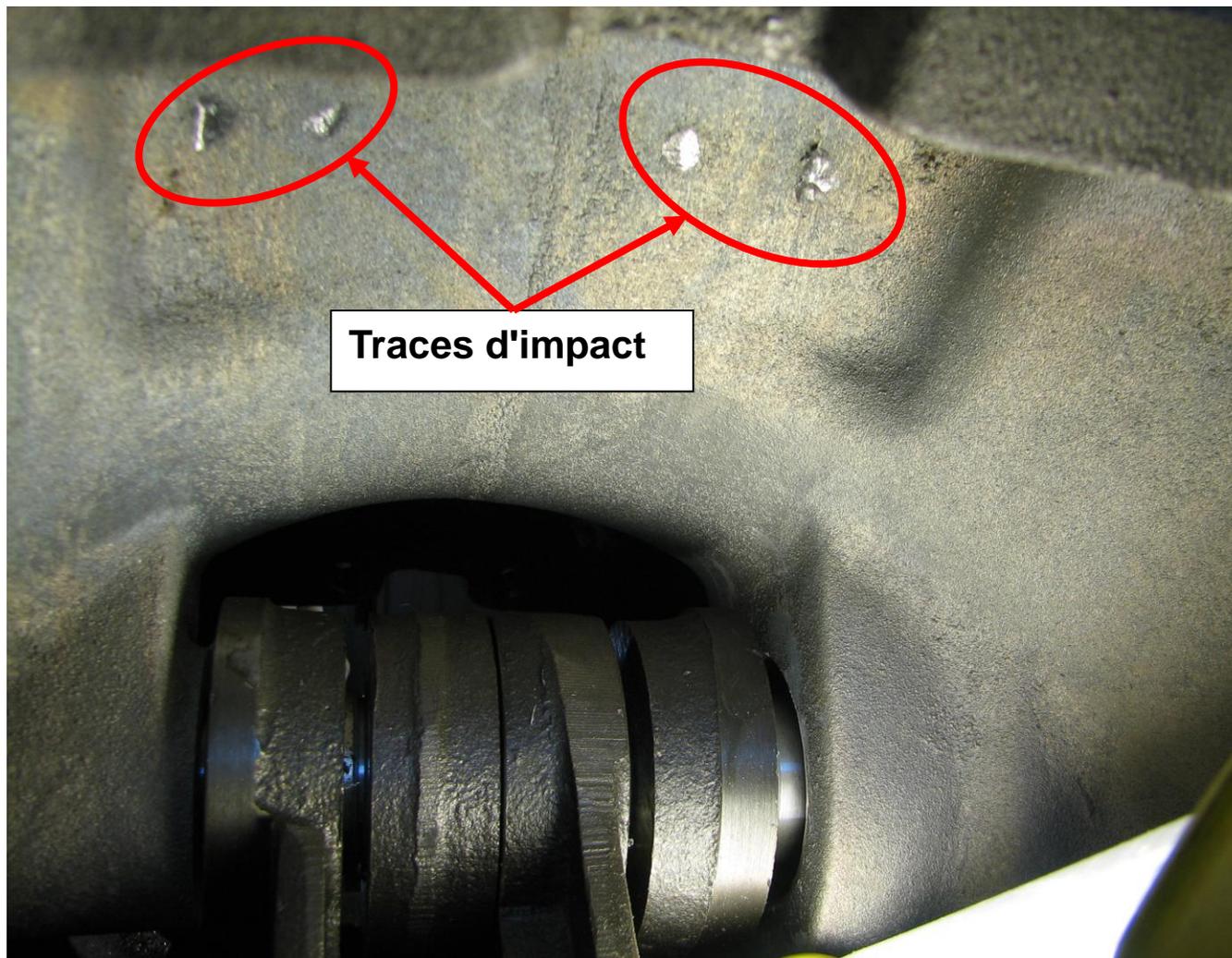
# Analyse par DVA – Anomalie Chambre A2



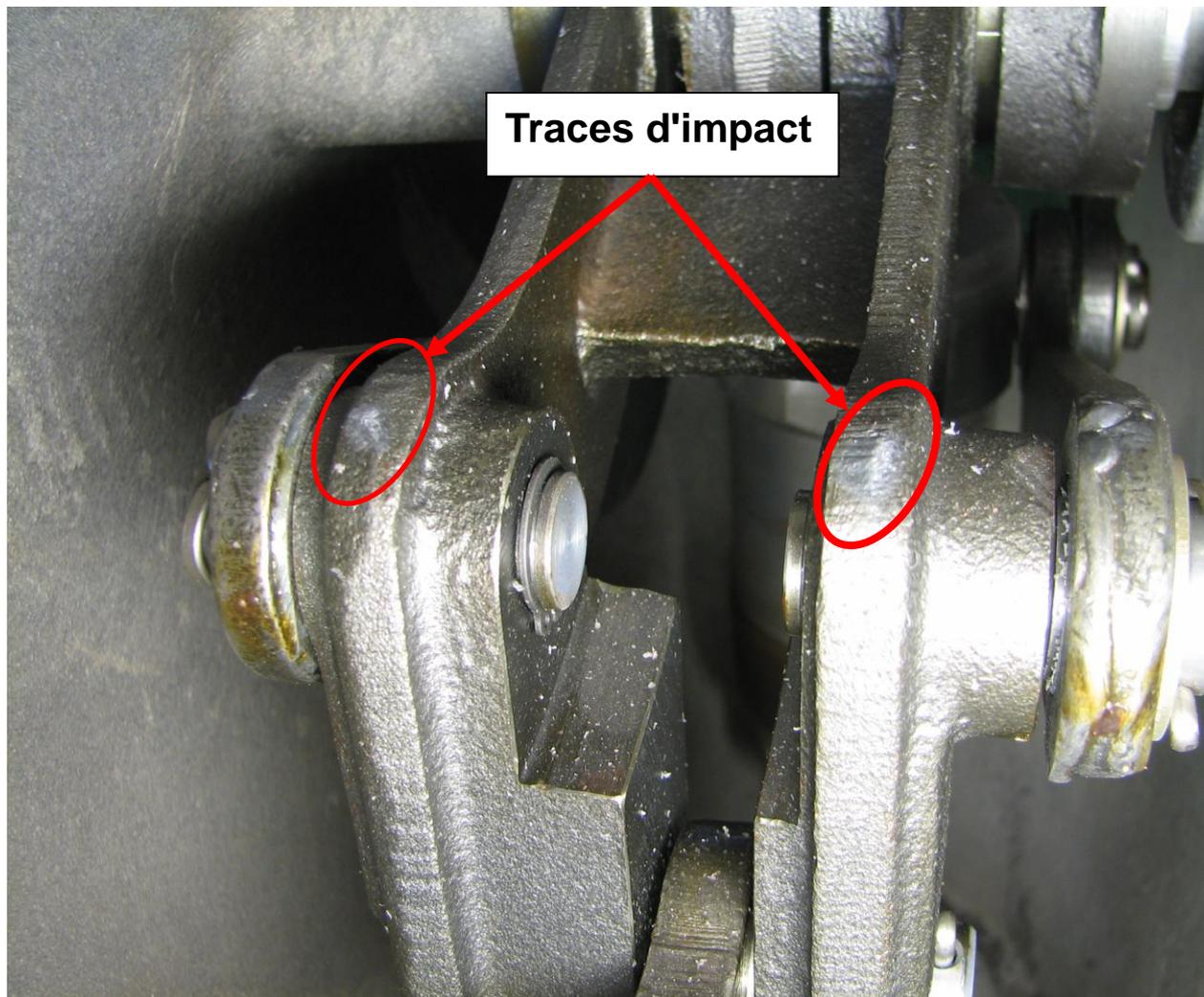
# Carter central du disjoncteur 120-2 (Poste De Léry)



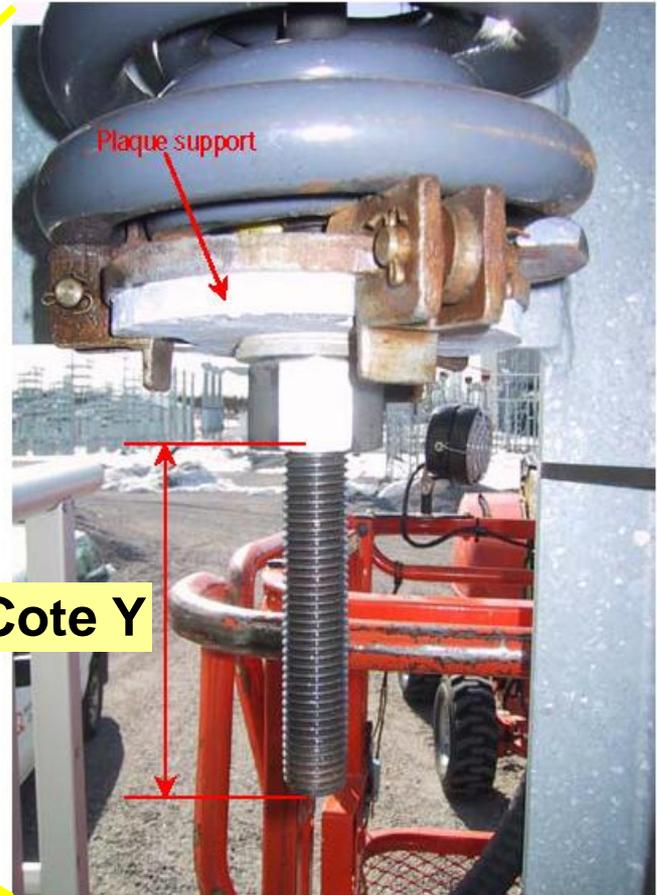
# Traces d'impact à l'intérieur du carter central – Chambre A2



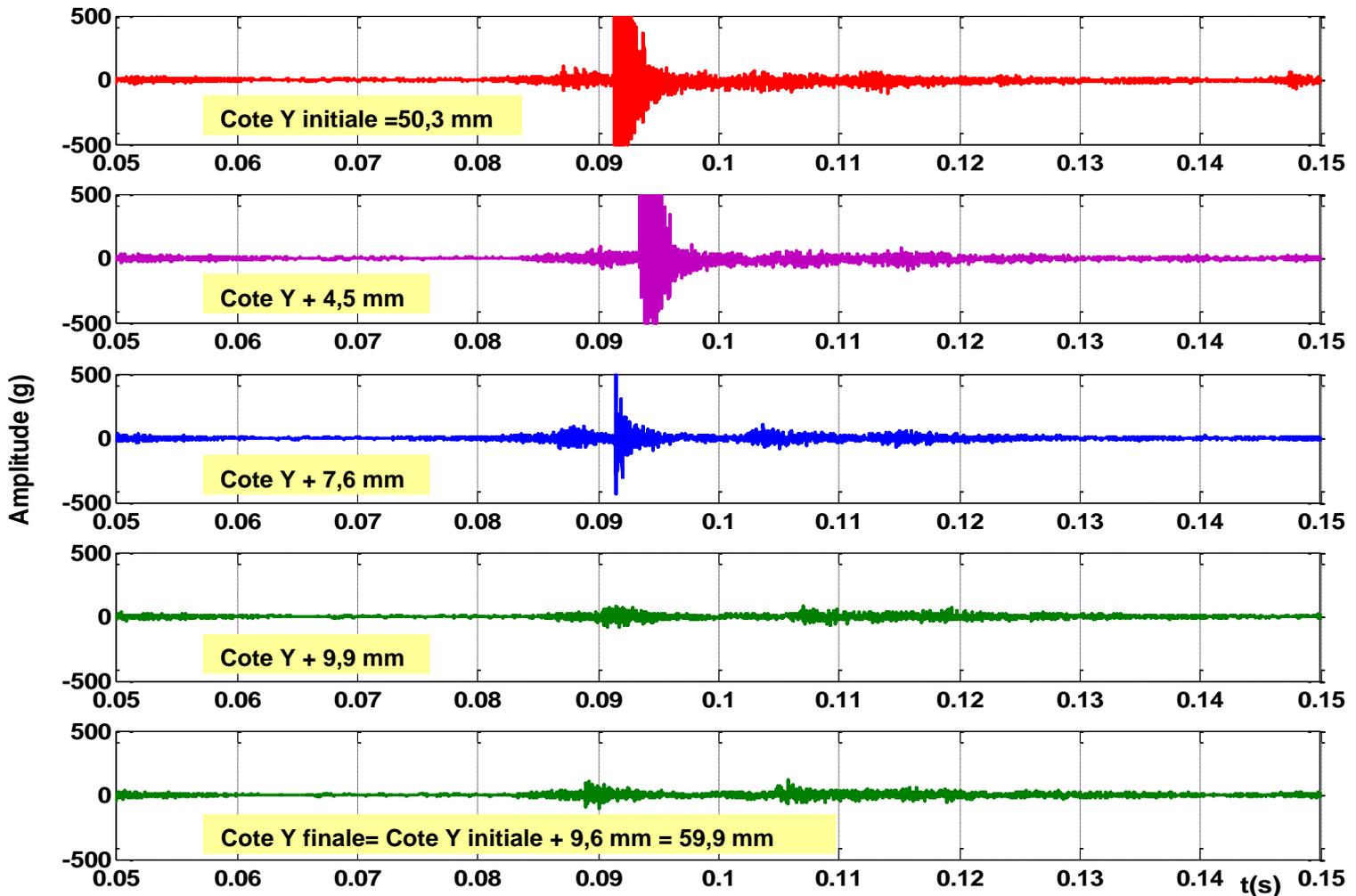
# Traces d'impact sur les renvois des bielles de commande



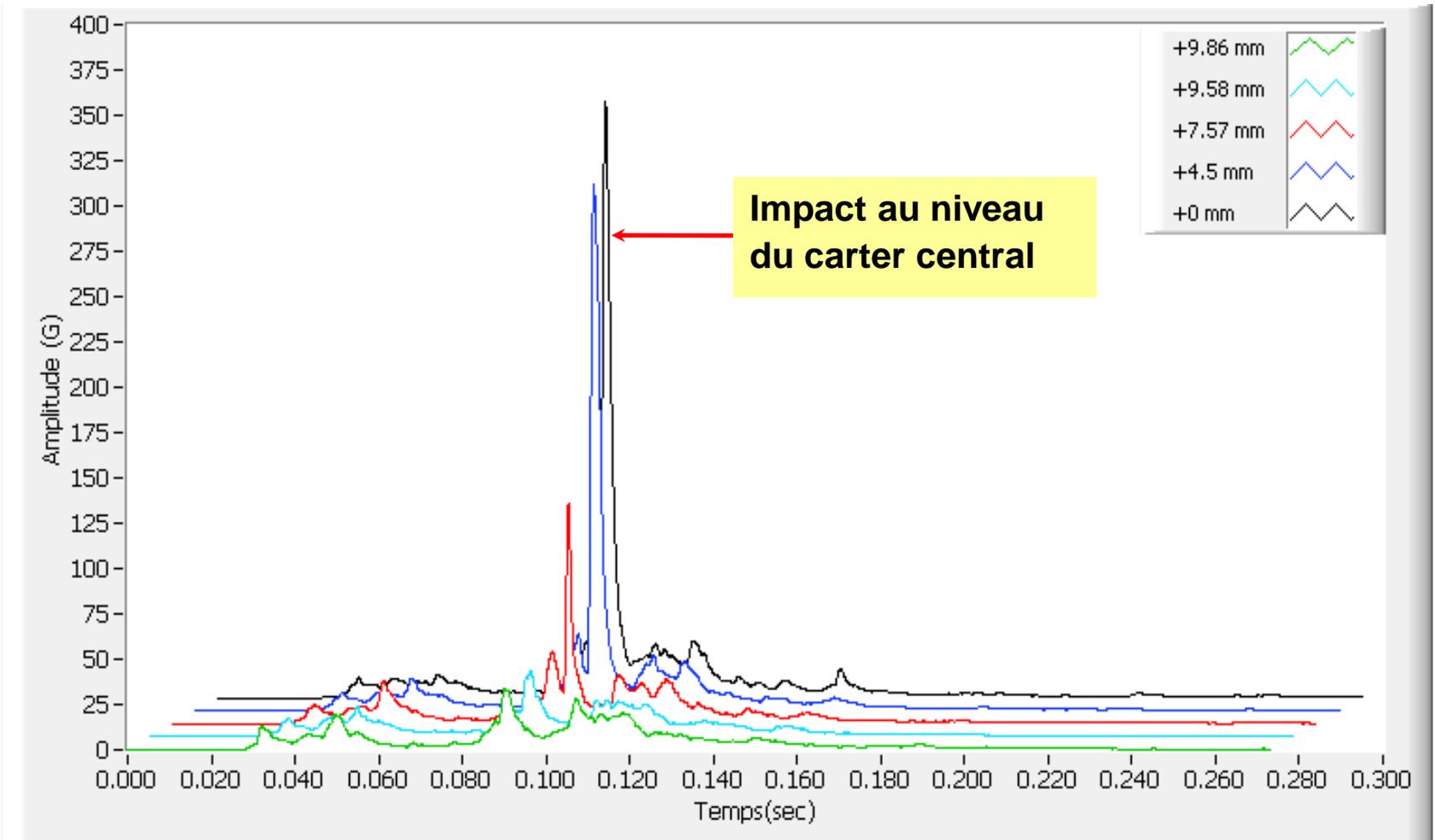
# Ajustement de la cote Y du ressort d'ouverture



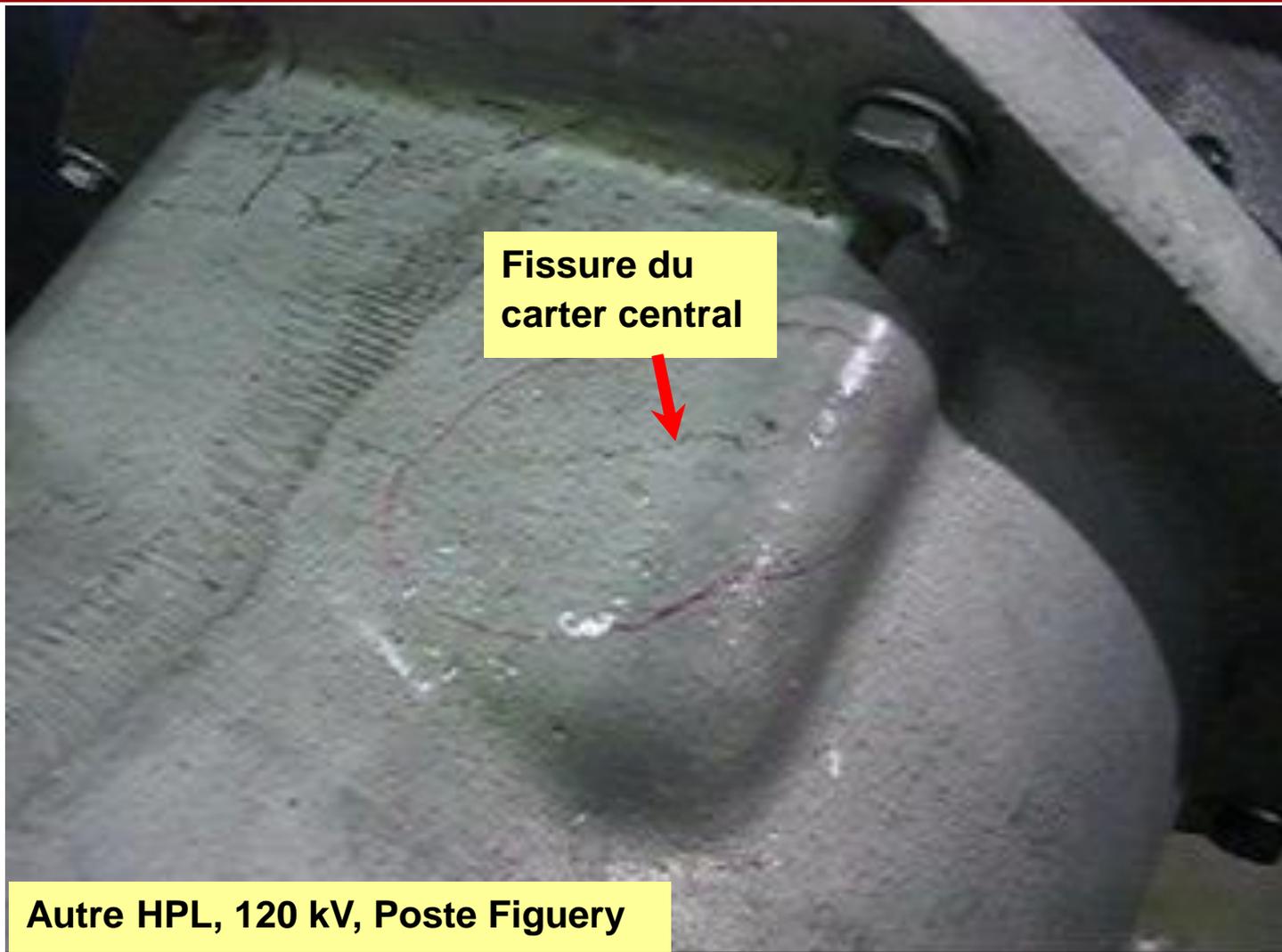
# Résultats de l'ajustement de la cote Y du ressort d'ouverture (Accéléromètre: Carter central)



# Analyse vibratoire par enveloppes



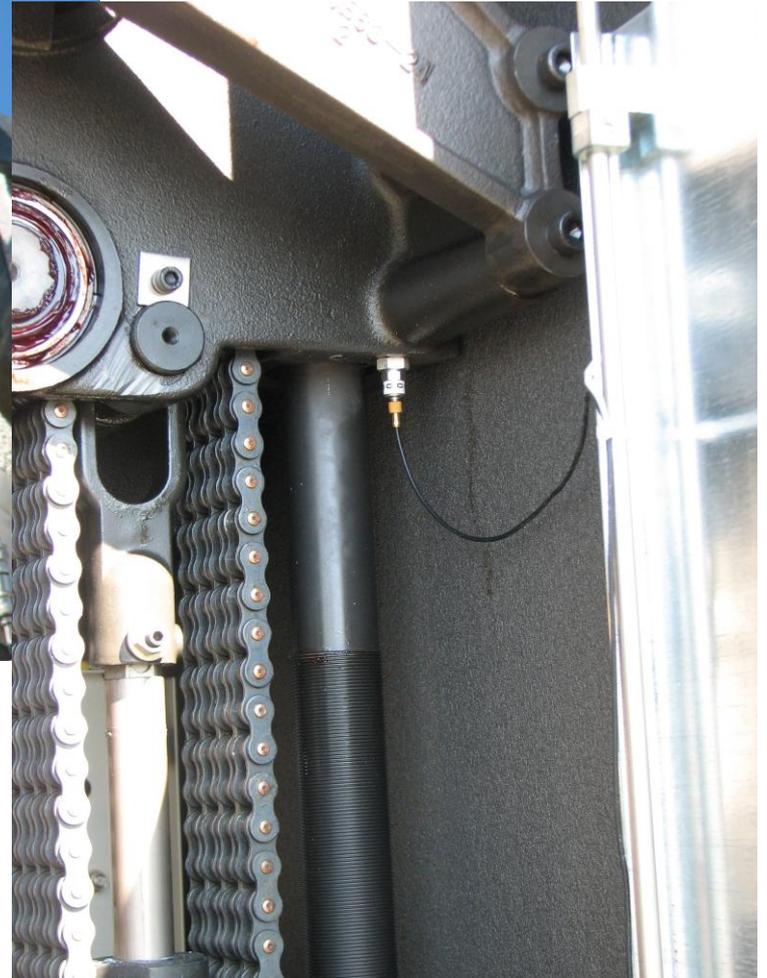
# Conséquences (Fuite de gaz SF<sub>6</sub>)



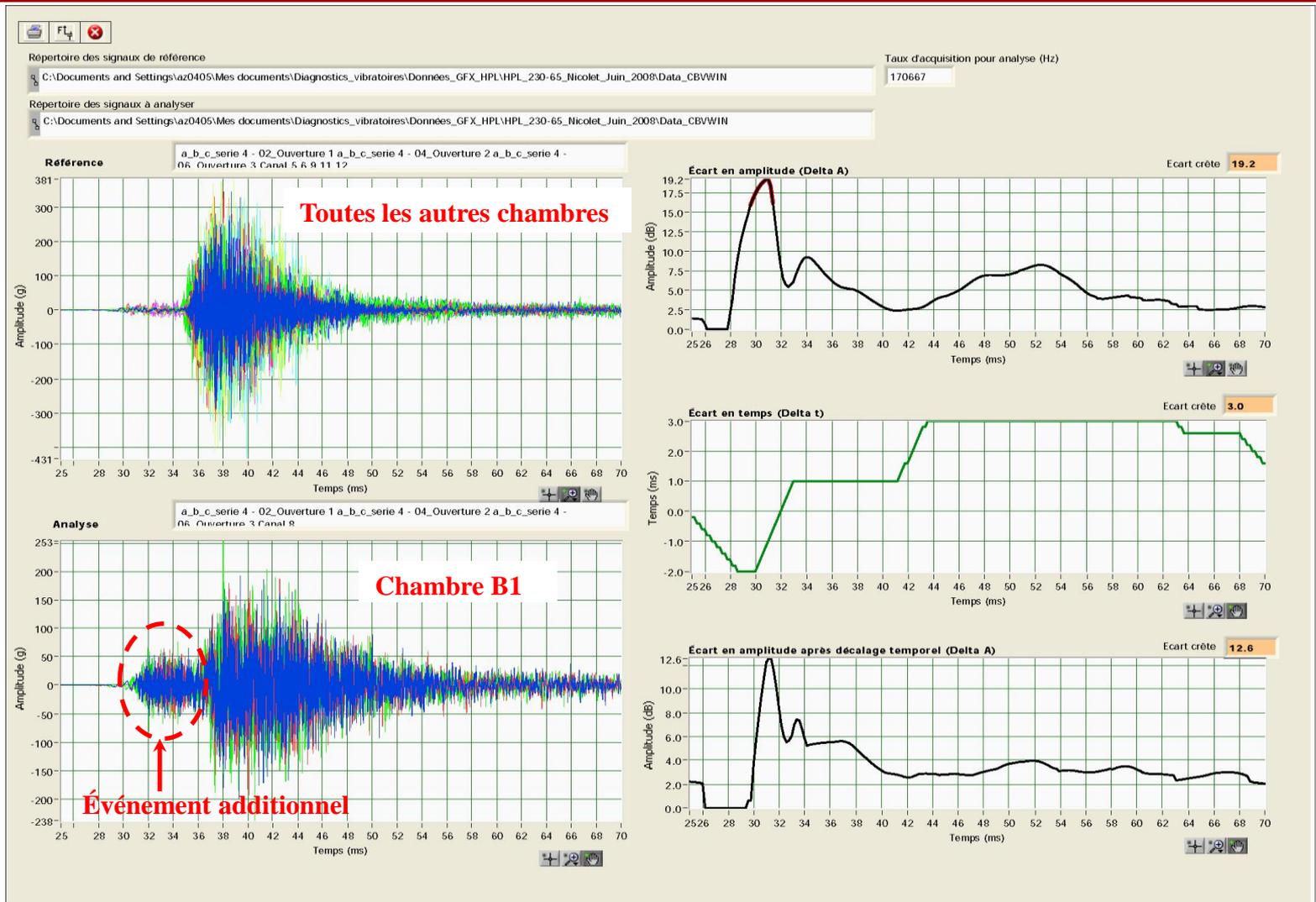
# Disjoncteur de filtre, HPL 230-65 (Poste Nicolet)



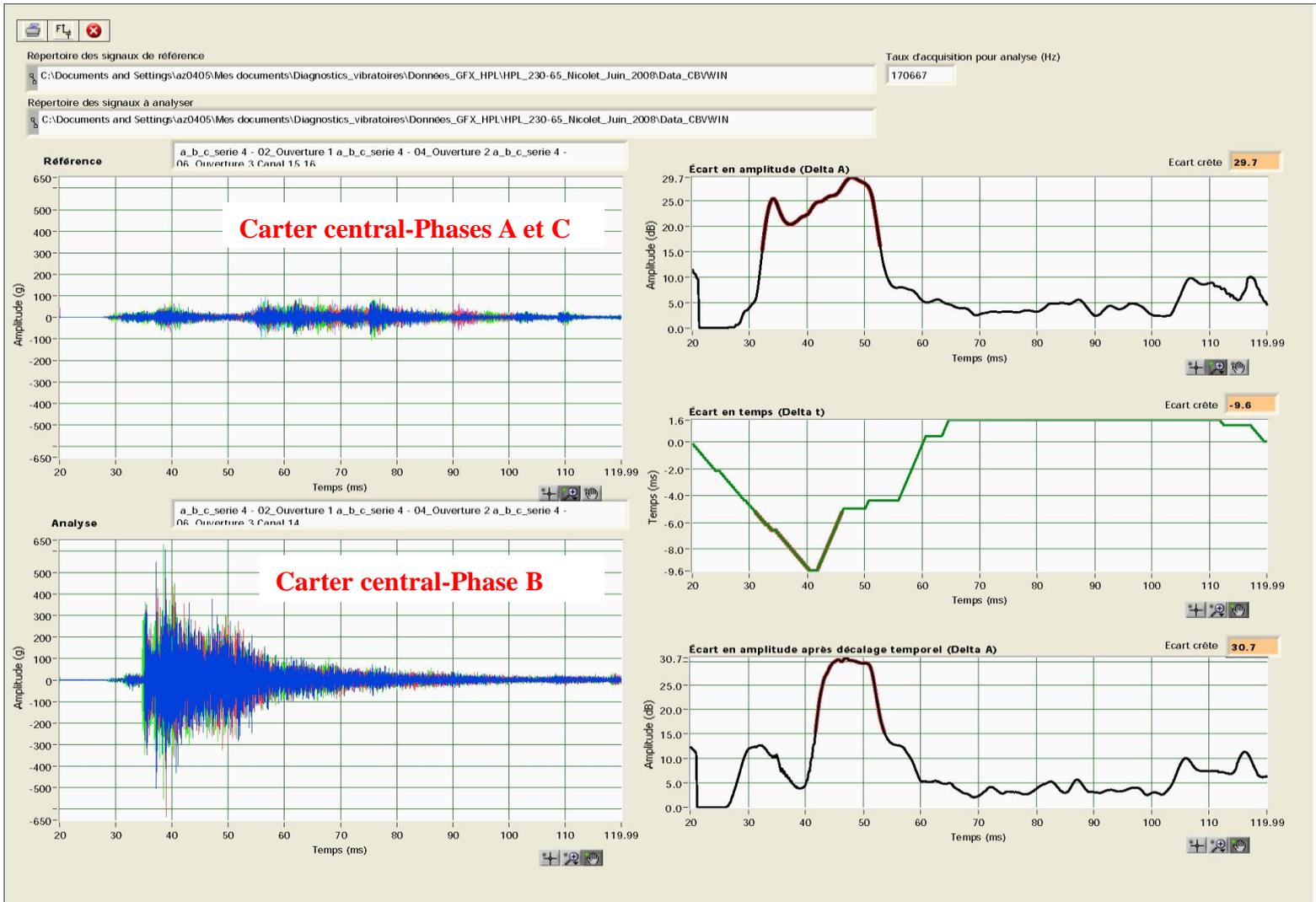
# Position des accéléromètres



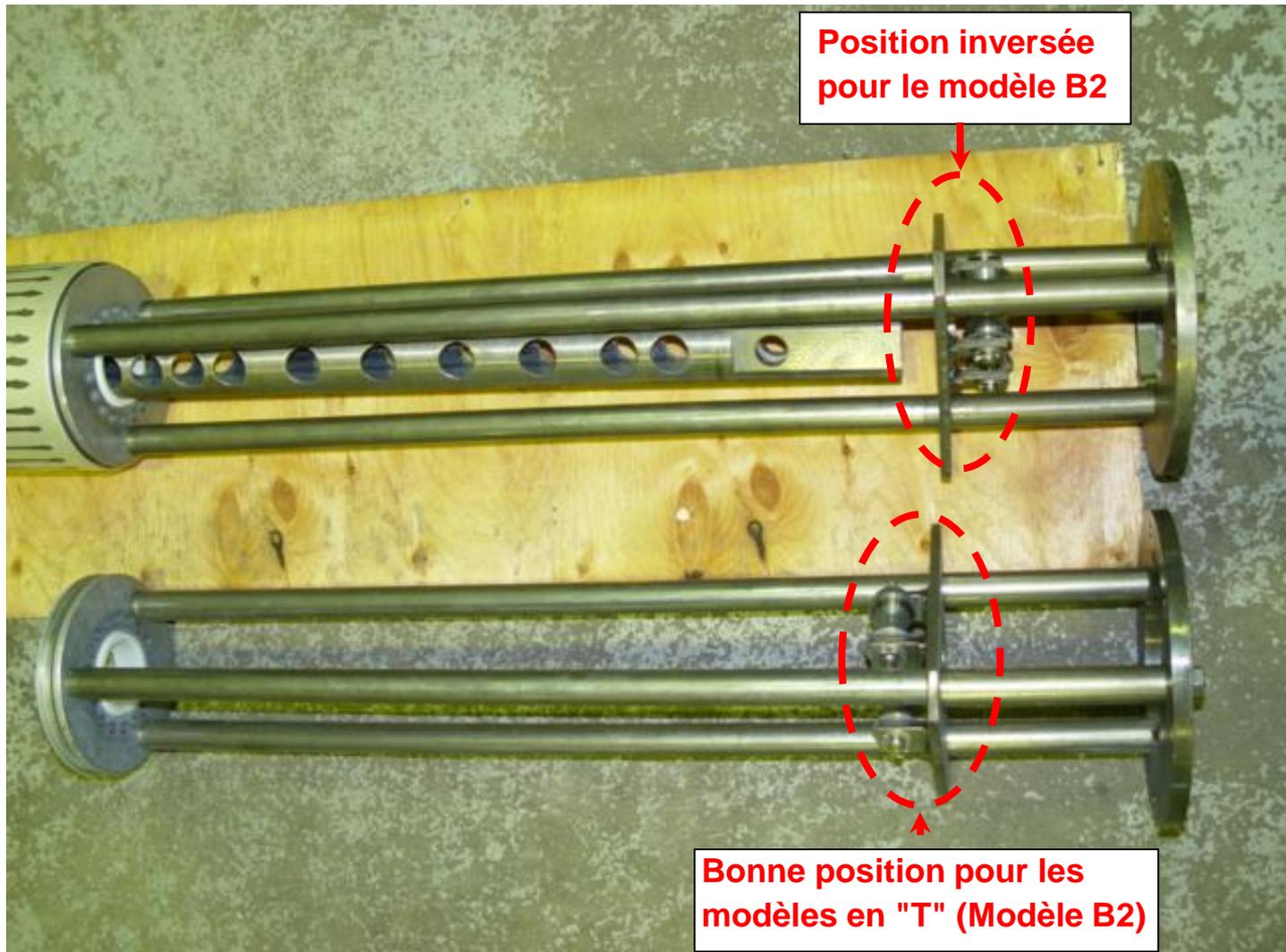
# Oscillogramme d'analyse par DVA



# Oscillogramme d'analyse par DVA (suite)



# Position inversée d'un guide de la bielle de commande



# Oscillogramme d'analyse par DVA (Après correctifs)

