

# Caractérisation des matériaux piézoélectriques pour la génération des décharges plasma

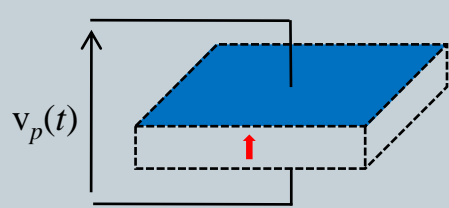


**MOHAMED KHALED KAHALERRAS**  
ÉCOLE DOCTORALE GEET  
INSTITUT NATIONAL POLYTECHNIQUE DE TOULOUSE  
JEAN FRANÇOIS ROUCHON – LAPLACE  
FRANÇOIS PIGACHE – LAPLACE  
CLAIRE TENDERO – CIRIMAT  
INPT – RÉGION

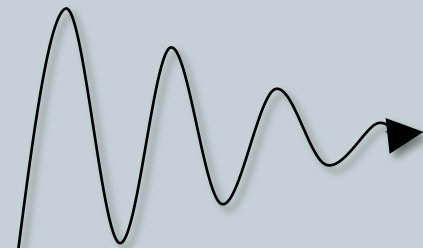
# Objectifs scientifiques – exposé du sujet

2

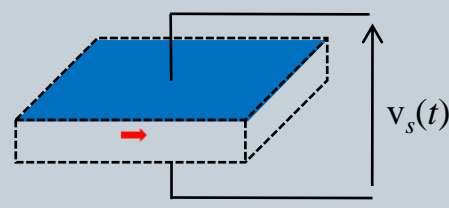
## Transformateur piézoélectrique



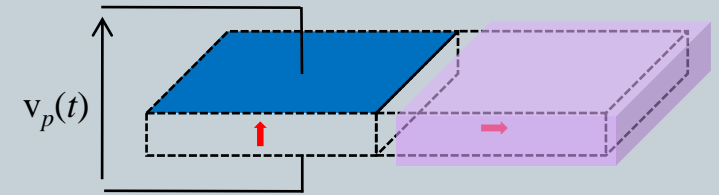
Le premier élément alimenté par une tension sinusoïdale



Vibrations mécaniques

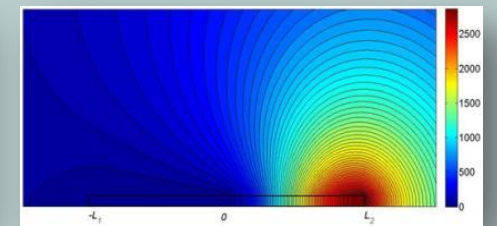


Le deuxième élément est soumis à une vibration mécanique



Transformateur piézoélectrique (générateur plasma)

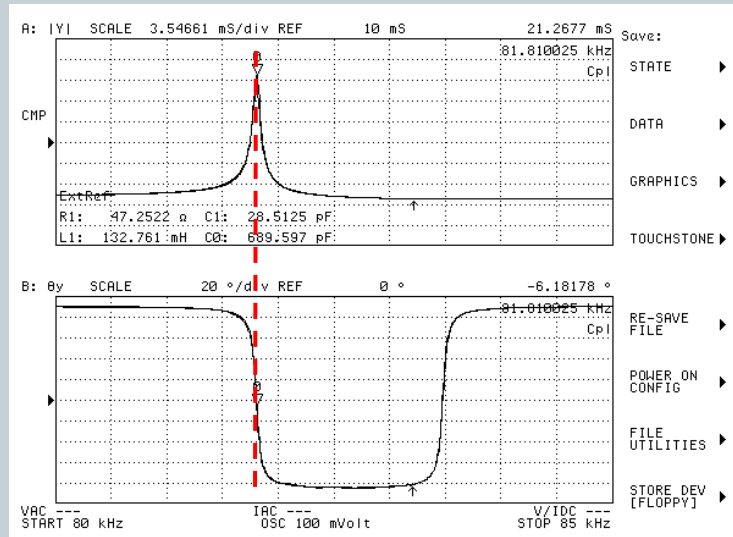
Point de fonctionnement optimal ?  
Vibrations --> échauffement ?  
Effets de la décharge sur le matériau ?



Corrélation champ électrique – position de la décharge

# Avancement – Résultats acquis

3



## Corrélation entre la structure du matériau et ses propriétés électriques



Première campagne de caractérisation (état avant)



Décharge continue  
Décharge discontinue  
Vibration ( $R_{load} 15k\Omega$ )



Deuxième campagne de caractérisation (état après)

Développement d'un dispositif d'asservissement de la phase à zéro pour un « tracking » du point optimum de décharge



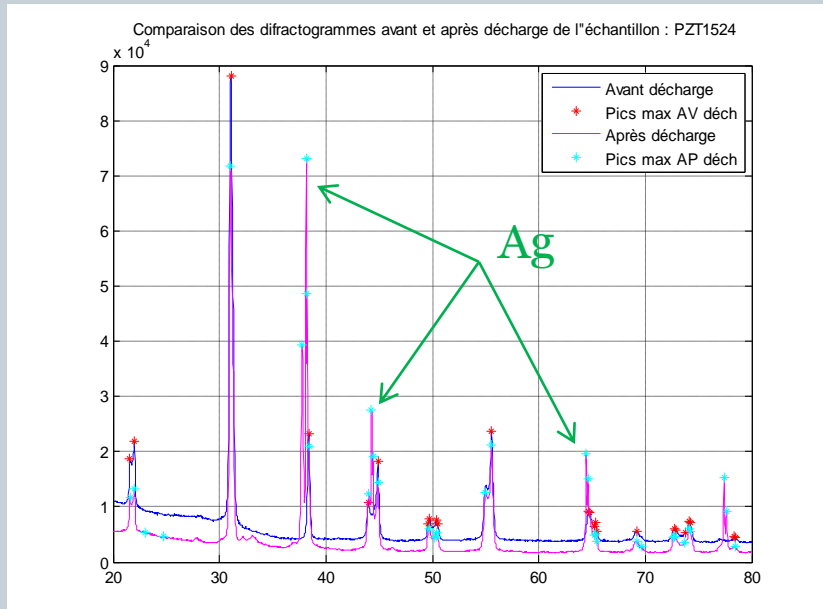
Electricité globale  
RAMAN  
DRX  
PFM  
EPMA (et/ou XPS)



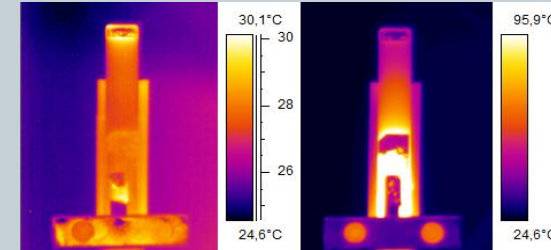
Evolution  $Y$  et  $\phi$ , paramètres élec.  
Evolution de la structure  
Composition chimique  
Domaines ferroélectriques  
Composition chimique (quantification)

# Avancement – Résultats acquis

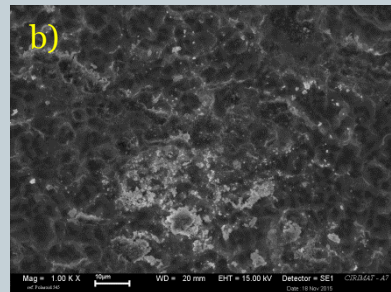
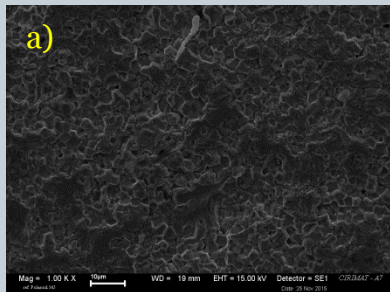
4



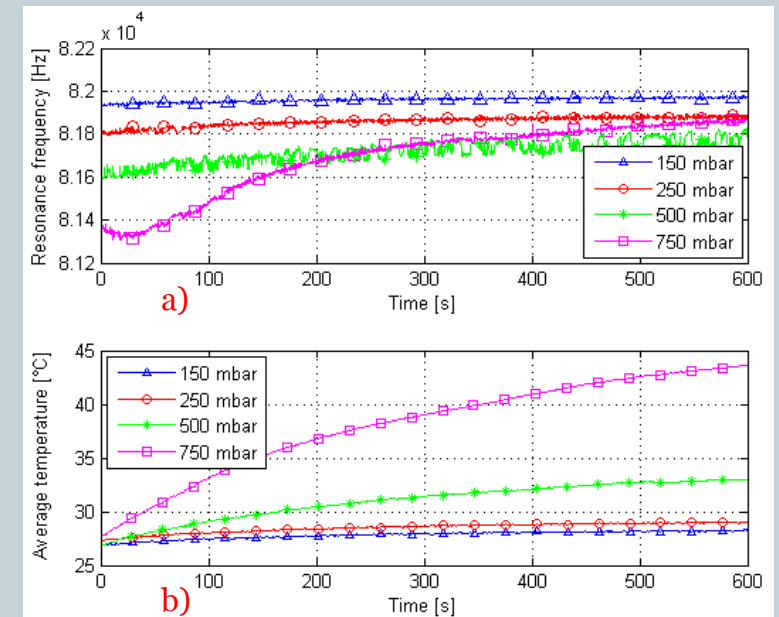
Résultats DRX après décharge: Apparition de la signature d'argent (Ag) à la surface du matériau



Évolution de la température à la surface d'un transformateur piézoélectrique lors de la génération d'un plasma à des pressions d'air différentes.



Imagerie MEB de la surface du transformateur piézoélectrique avant (a) et après (b) génération de la décharge plasma.



Evolution de la fréquence de résonance (a) et de la température moyenne (b) à la surface du générateur plasma fonctionnant dans différentes conditions de pression

# a) Intérêt du caractère interdisciplinaire

## b) difficultés rencontrées

5

- Traitement d'un même sujet avec des regards variés et croisés en faisant appel à des disciplines différentes
- Le croisement des approches disciplinaires permet une vision plus complète du sujet.
- Vulgarisation, synthèse.. Quand on parle, on apprend aux autres, mais on apprend soi-même...
- Grand effort d'organisation et coordination, utilisation d'espace d'échange et de partage **Agora**
  
- Phase de d'adaptation et communication des deux volets disciplinaires pouvant être longue
- Disponibilités *communes* entre toutes les parties

# Perspectives :

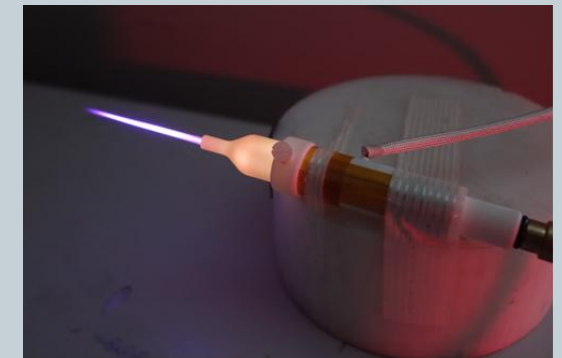
## a) pour le doctorant b) pour le projet

6

- Candidature ATER 2016-2017 (INPT-N7)
- Communications (conf. ICEM2016 Singapour) – Publications revues
- Orientation Enseignement/recherche section n° 63

Les résultats ont permis de répondre à l'appel d'offre ANR2015, et d'obtenir le financement du projet PIEZOBIO.

- projet de recherche collaborative entreprises (PRCE) débuté en novembre 2015
- cout complet du projet 1.069k€
- défi ANR Vie, santé, bien-être (contexte décontamination biomédicale)



Prototype: micro jet plasma

# Retour d'expérience des deux encadrants

7

Claire Tendero  
MdC au CIRIMAT

Domaine: Science des matériaux  
claire.Tendero@ensiacet.fr



" La pluridisciplinarité est une réelle richesse qui pousse chacun à sortir de sa zone de confort".

" L'exercice pluridisciplinaire est très intéressant, mais la tâche n'est pas simple: elle requiert curiosité, patience et pédagogie que l'ensemble des protagonistes se comprennent et à terme parlent le même langage ".

François Pigache  
MdC au LAPLACE

Domaine: Génie électrique

pigache@laplace.univ-tlse.fr



" Aujourd'hui plus que jamais, les défis technologiques sont à l'interface des disciplines de la science."

" Une phase d'adaptation est indispensable lorsque deux communautés cherchent à travailler ensemble. Il faut savoir infuser une part de sa discipline chez l'autre ".

" Cette thèse fut précédée d'un projet exploratoire (BQR INPT - COMPOSED 2011) ce qui a permis une première familiarisation entre les 2 communautés".

" Le doctorant constitue un trait d'union dynamique, et ce rôle peut parfois s'avérer compliqué, tiraillé entre les prérogatives de chaque volet disciplinaire".

APR 2013

07/06/2016

Merci pour votre attention

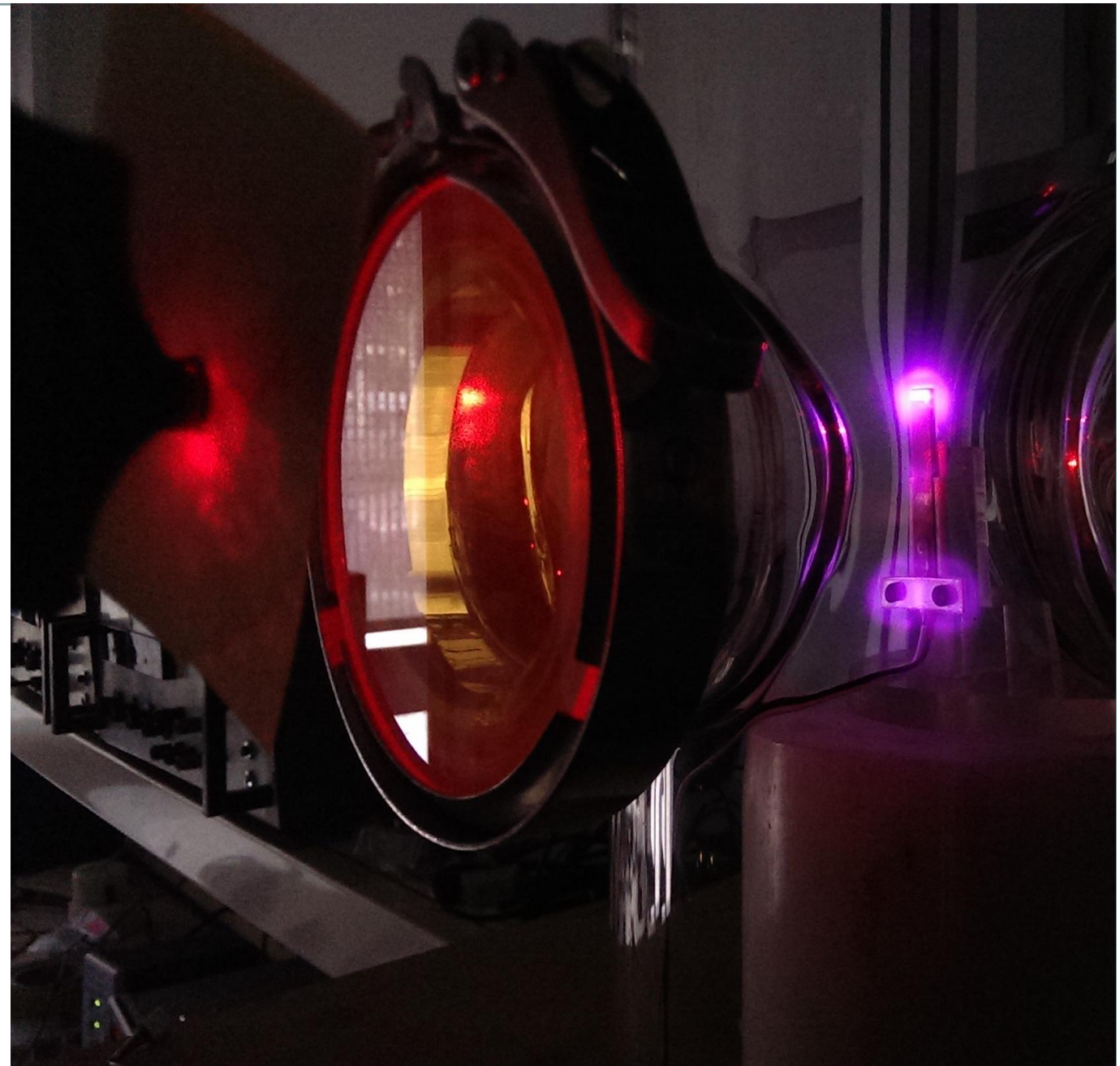
*Questions ?*

Mohamed Khaled KAHALERRAS

Jean François ROUCHON

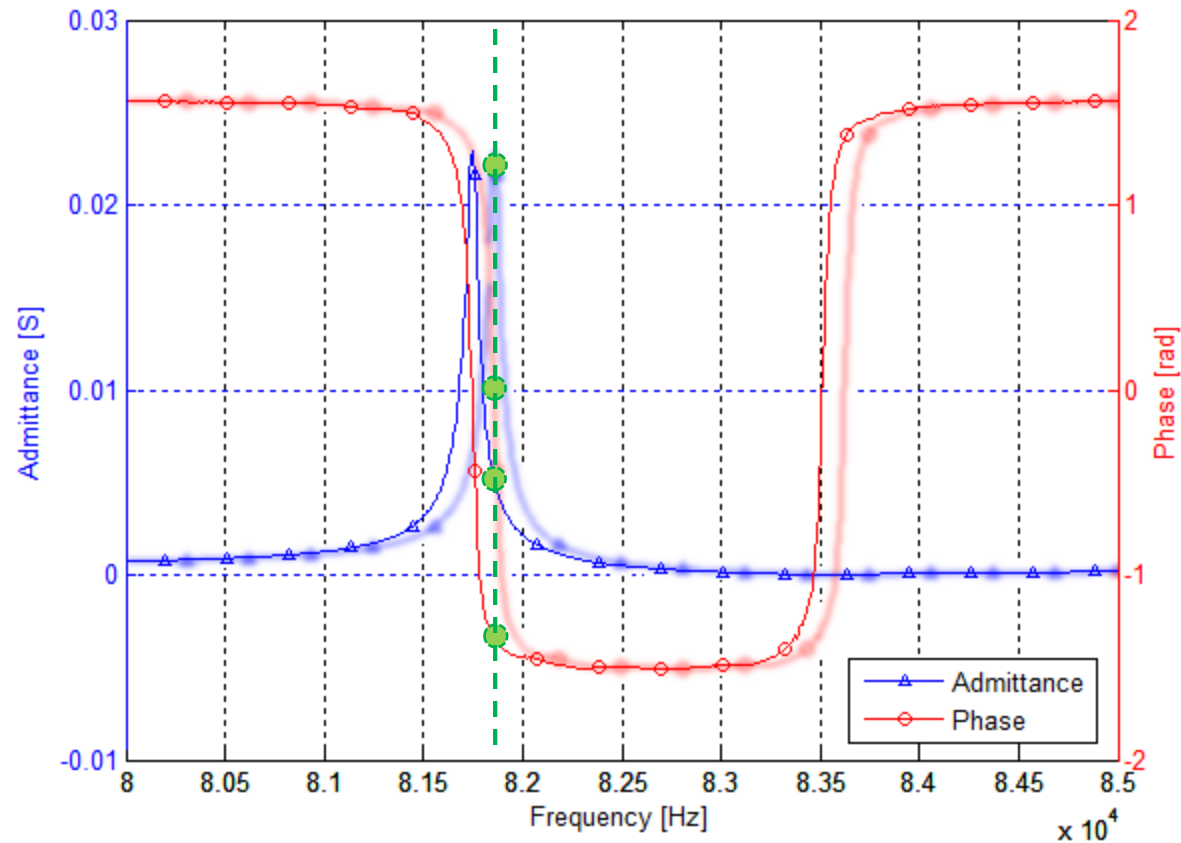
François PIGACHE

Claire TENDERO





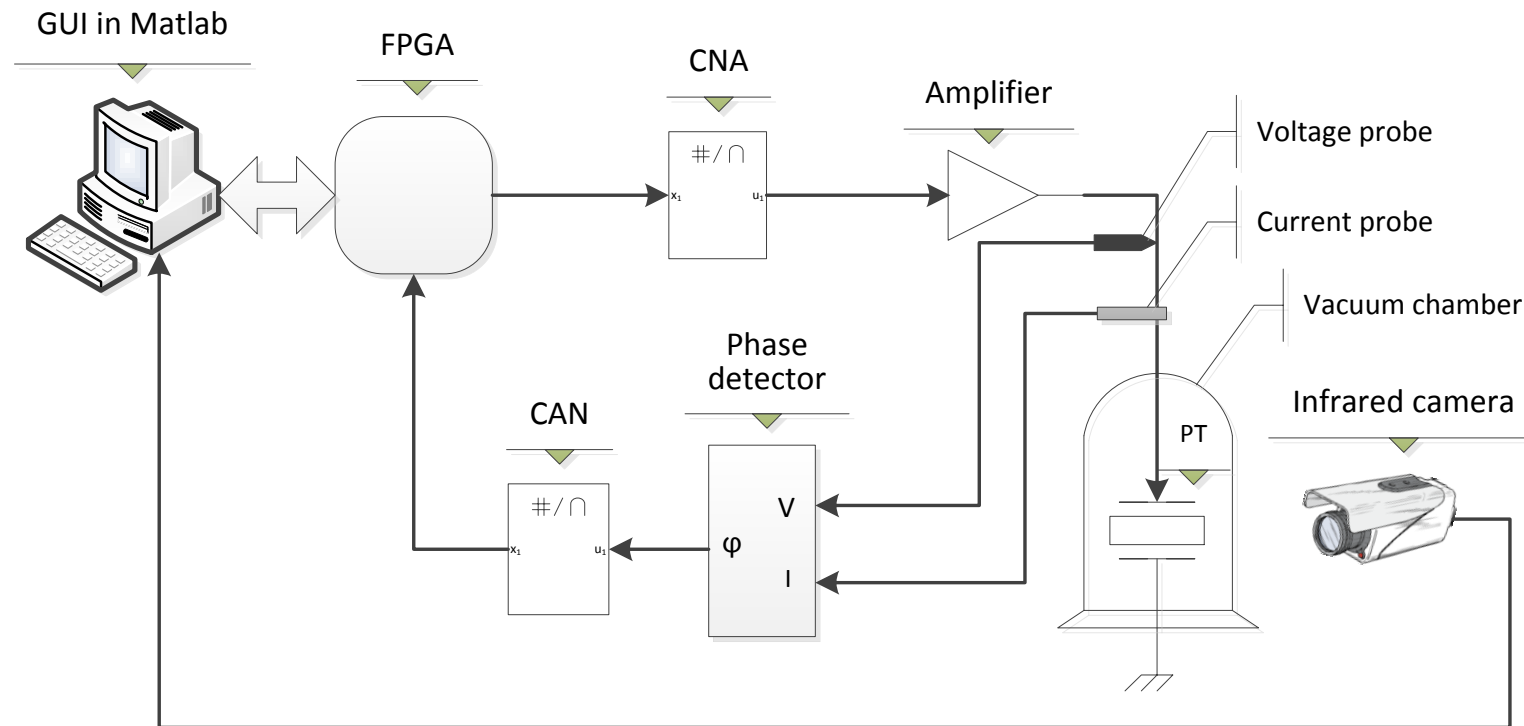
## Sensibilité aux condition d'environnement : température, pression et variations de la charge



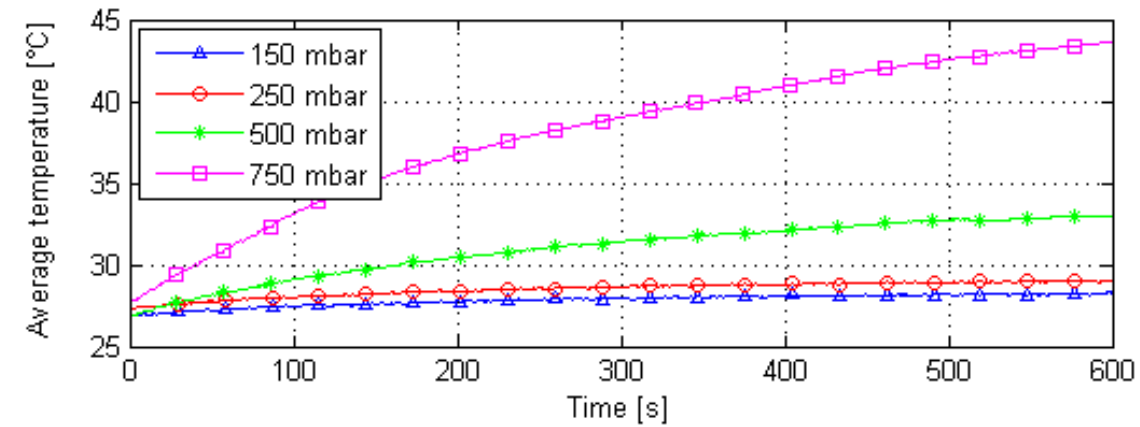
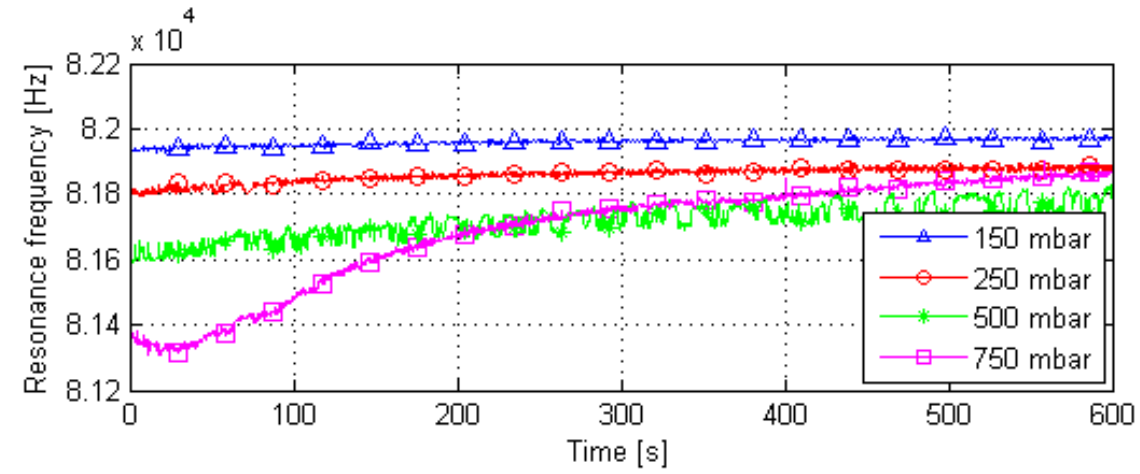
Admittance et phase d'un transformateur piézoélectrique caractérisé en circuit ouvert

Le système permet:

- L'assurance de la continuité de fonctionnement du système
- L'observation, en résultat, de l'évolution de la fréquence de résonance

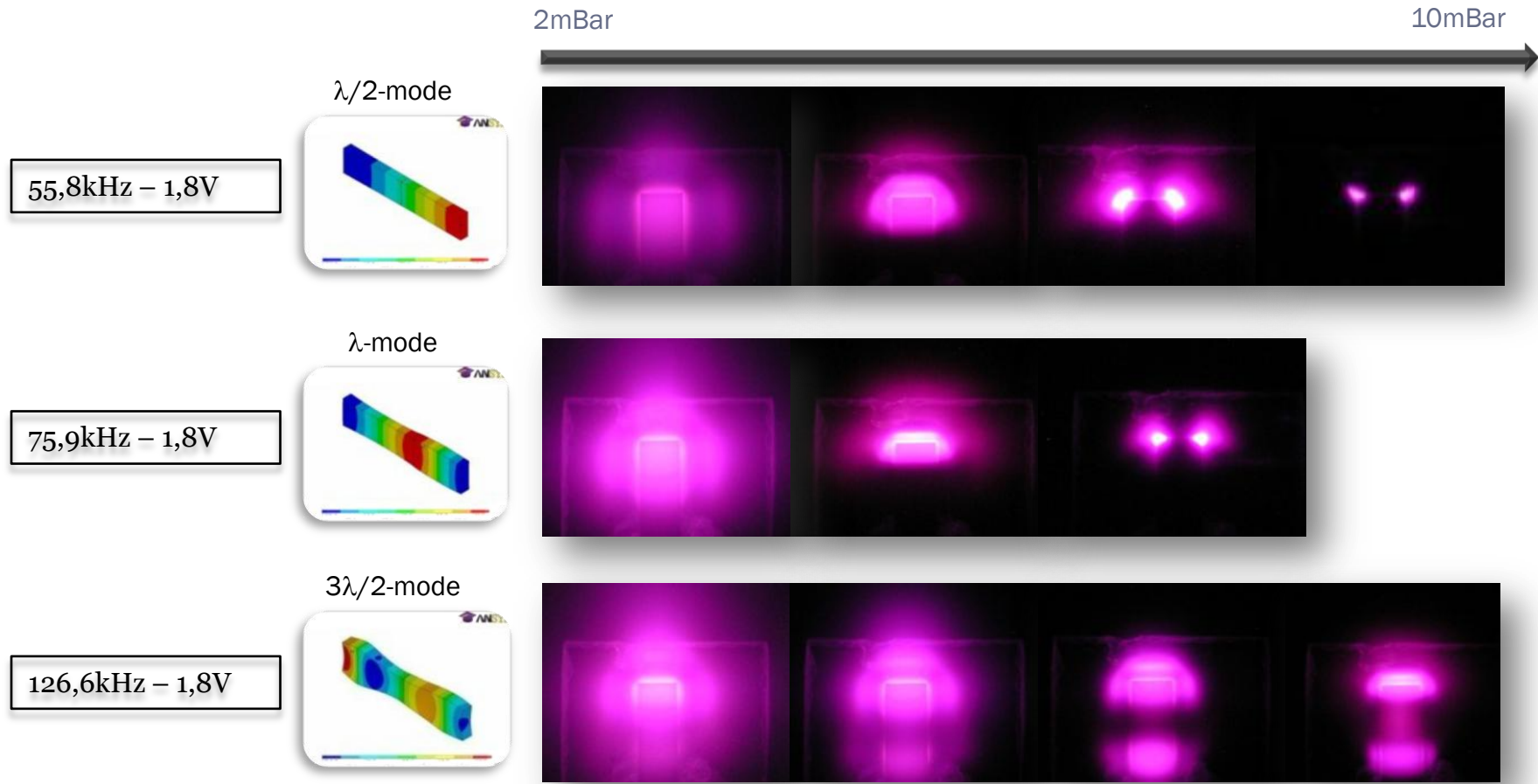


Banc d'essai expérimental et correcteur numérique (DPLL)



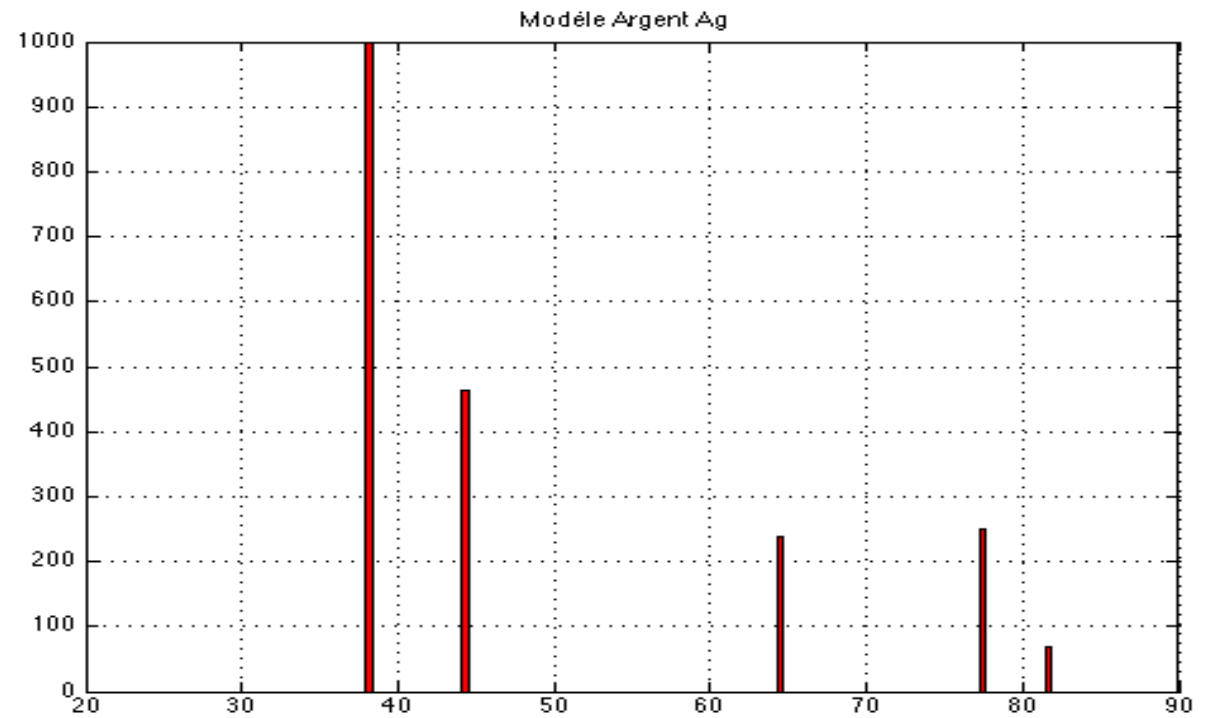
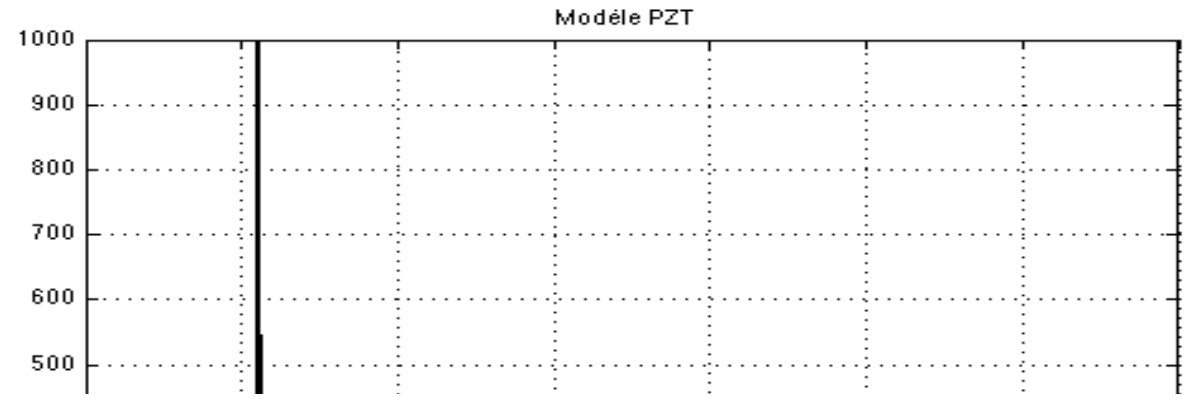
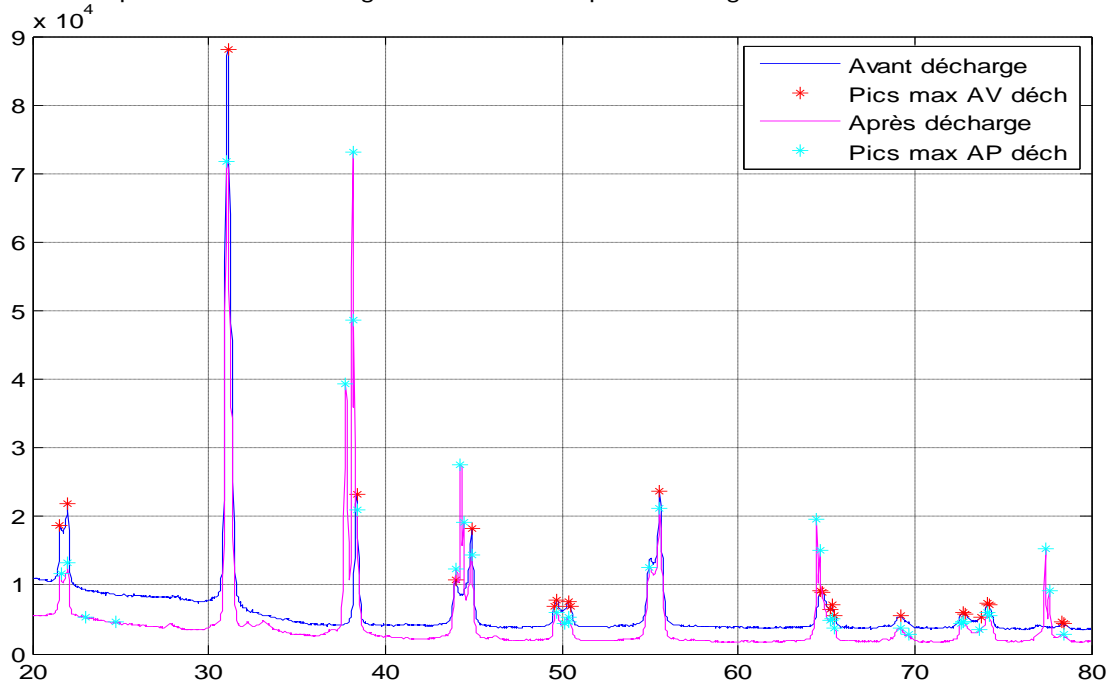
Evolution de la fréquence de résonance (a) et de la température moyenne (b) à la surface du générateur plasma fonctionnant dans différentes conditions de pression

# Evolution of discharge patterns under different pressure conditions



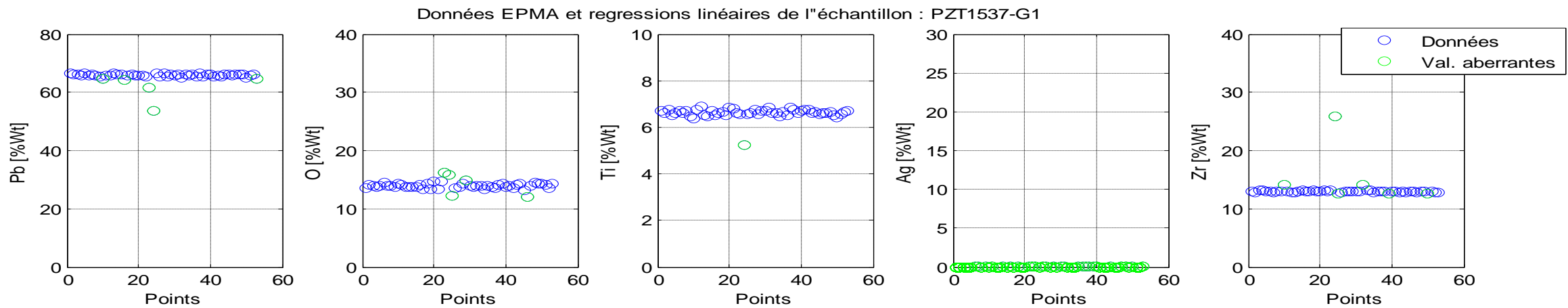
# Avant et après décharge (continue et discontinue) - carac. DRX

Comparaison des diffractogrammes avant et après décharge de l'échantillon : PZT1524

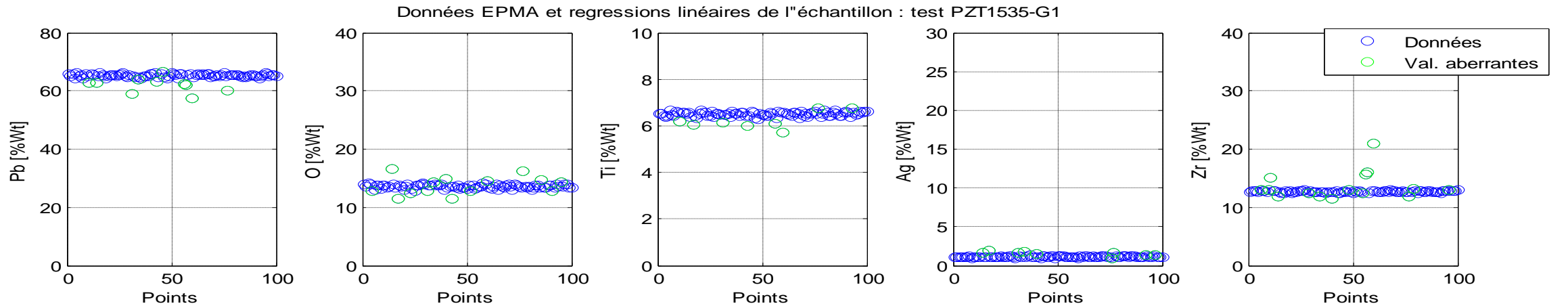


# TPs POLIS : Avant et après décharge (continue et discontinue) - carac. EPMA

AVANT



APRES



Déch. continue