



Stage de Master 2, PFE ou équivalent - PROMES CNRS

## Utilisation des réseaux de neurones profonds pour le diagnostic des défauts avec des mesures ultrasoniques

### Contexte scientifique du stage

Il existe différentes sources d'énergie renouvelables et le solaire est l'une des solutions ayant le plus grand potentiel pour couvrir les besoins croissants des sociétés modernes. Parmi les technologies exploitant l'énergie solaire, les centrales solaires à concentration (technologie CSP, pour *Concentrated Solar Power*) sont très prometteuses. En effet, les centrales CSP présentent plusieurs avantages : stockage d'énergie, sobriété en matériaux, grande marge d'amélioration des rendements, etc. Afin d'assurer la continuité du fonctionnement de ces centrales et éviter l'occurrence de défaillances, la mise en place d'une maintenance prédictive pourrait être l'un des leviers pour améliorer leur compétitivité et réduire les risques environnementaux. Pour ce faire, une démarche de pronostic et de gestion d'état de santé (PHM, pour *Prognostics and Health Management*) doit être implémentée.

La mise en place d'une politique de PHM suppose l'instrumentation des systèmes à surveiller. Parmi les techniques de d'instrumentation utilisées, les mesures acoustiques (et plus spécifiquement les mesures ultrasoniques guidées) sont très intéressantes surtout pour la surveillance de l'intégrité structurale des systèmes. En effet, les transducteurs à ultrason présentent beaucoup d'avantages comme la facilité de leur installation, une grande sensibilité même à des défauts minimes (ce qui aide à prévenir les ruptures le plus en amont possible), leur faible coût et leur capacité de fonctionnement même dans des environnements difficiles (comme les températures élevées). Cependant, les mesures ultrasoniques sont réputées pour être difficiles à interpréter à cause de la complexité des signaux et de leur sensibilité aux changements des conditions ambiantes.

Dans un précédent stage, nous avons travaillé sur l'automatisation du traitement des signaux ultrasoniques pour effectuer la maintenance prédictive avec des techniques d'intelligence artificielle. Afin d'atteindre cet objectif, des indicateurs (moyenne quadratique, écart-type, coefficient d'acuité et l'orthogonalité) ont été utilisés pour entraîner un réseau de neurones (un perceptron multicouche) sur une base de données tirées de la littérature. Le réseau entraîné a pu prédire la présence ou la non présence de défauts avec un score de 84 %. Les résultats prometteurs obtenus lors de ce stage sont insuffisants pour envisager l'implémentation de la méthodologie proposée à une échelle industrielle (par exemple sur les installations solaires du Laboratoire PROMES). En effet, la base de données sur laquelle nous avons travaillée concerne une structure ayant une géométrie simple (une plaque d'aluminium) et ne comportent que les données de 7 échantillons avec 94 signaux différents (76 pour l'entraînement et 18 pour la validation). De plus, le choix des indicateurs des signaux s'est fait d'une manière empirique et manuellement.

### Laboratoire Procédés, Matériaux et Energie Solaire

UPR CNRS 8521, conventionnée à l'UPVD

7 rue du four solaire  
66120 Font-Romeu Odeillo  
Tel. 33 (0) 468 307 700

Tecnosud, Rambla de la thermodynamique  
66100 Perpignan  
Tel. 33 (0) 468 682 222

## **Objectif du stage**

Le but de ce stage est de proposer une méthode robuste se basant sur l'intelligence artificielle pour l'exploitation des signaux ultrasoniques pour la détection et de le diagnostic des défauts structurales. Les méthodes à proposer seront testées sur une base de données référence qui est celle de l'Open Guided Waves. Cette dernière comporte des milliers de signaux pour des géométries et des conditions ambiantes différentes. Et dans ce cas, l'entraînement et la validation des modèles proposés nécessitera des ressources informatiques conséquentes et c'est dans cette perspective que nous nous associons au laboratoire LAMPS qui dispose de ces ressources et qui possède une expérience indéniable sur l'optimisation des algorithmes complexes (comme la parallélisation des calculs).

## **Programme de travail**

Afin d'atteindre les objectifs de ce stage, plusieurs actions seront menées :

- a) Étude de la base de données Open Guided Waves.
- b) Utilisation et analyse des réseaux auto-encodeurs pour la réduction de dimensionnalité des données.
- c) Développement des réseaux de neurones profonds pour la classification et la caractérisation des défauts.
- d) Optimisation des algorithmes d'apprentissage et d'inférence pour réduire les temps de calcul.
- e) Explorer la possibilité de prédire l'évolution de l'état de santé des structures en utilisant des réseaux de neurones récurrents.
- f) Développer des stratégies de maintenance prédictive et analyser le coût-bénéfice de leur implémentation.

**Durée du stage :** 6 mois (février 2023 – juillet 2023)

**Laboratoire d'accueil :** PROMES CNRS (UPR 8521), site Technosud – Perpignan

## **Profil du candidat ou de la candidate**

Vous êtes en Master 2 ou en dernière année d'école d'ingénieur et issu(e) d'une formation en Électronique, Électrotechnique et Automatique (EEA) avec de bonnes connaissances en Génie industriel ou intelligence artificielle. Vous avez un esprit de synthèse, des compétences rédactionnelles et un bon niveau en anglais.

**Documents à fournir :** CV, Lettre de motivation, relevés de notes avec classements des 2 dernières années

**Contact :** Ferhat TAMSSAOUET – [ferhat.tamssaouet@univ-perp.fr](mailto:ferhat.tamssaouet@univ-perp.fr)  
Stéphane ABIDE – [stephane.abide@univ-perp.fr](mailto:stephane.abide@univ-perp.fr)