

PROPOSITION DE STAGE EN COURS D'ETUDES

Référence : **DOTA-2026-23**
(à rappeler dans toute correspondance)

Lieu : Châtillon

Département/Dir./Serv. : DOTA

Tél. : 01 46 73 47 83

Responsable(s) du stage :
Jerôme Henrion, Serge Meimon

Email : jerome.henrion@onera.fr,
serge.meimon@onera.fr

DESCRIPTION DU STAGE

Thématique(s) : Optique adaptative, Coherent Beam Combining, Traitement du signal

Type de stage : ☒ Fin d'études bac+5 ☒ Master 2 ☐ Bac+2 à bac+4 ☐ Autres

Intitulé : Déconvolution aveugle pour l'atténuation des fréquences de tag dans les systèmes de correction de phase.

Sujet :

Dans les architectures de Coherent Beam Combining (CBC), l'un des défis majeurs est de mesurer et corriger les défauts de phase entre voies pour obtenir une combinaison cohérente efficace. La technique LOCSET (Locking of Optical Coherence by Single-detector Electronic-frequency Tagging), introduite par O'Meara (1977) et largement utilisée depuis (Flores et al., 2013), repose sur l'injection d'une modulation sinusoïdale – une fréquence de tag – différente pour chaque voie du correcteur de phase. L'analyse spectrale du signal combiné permet alors d'isoler la contribution de chaque voie et d'estimer les erreurs de phase.

Cette approche impose cependant des contraintes fortes : espacer les fréquences de tag d'au moins une bande passante de correction pour éviter le crosstalk, et concentrer ces fréquences dans un décalage fréquentiel afin de limiter l'impact des harmoniques. Ces précautions réduisent la densité fréquentielle exploitable, limitent le nombre de voies adressables et freinent la cadence de correction.

Le stage proposé explore une approche innovante : exploiter la statistique des perturbations et un modèle direct complet du système pour appliquer une déconvolution aveugle (blind deconvolution). L'objectif est de nettoyer le spectre mesuré, de « tasser » les fréquences de tag et d'augmenter ainsi la cadence de correction tout en réduisant le besoin en ressources fréquentielles.

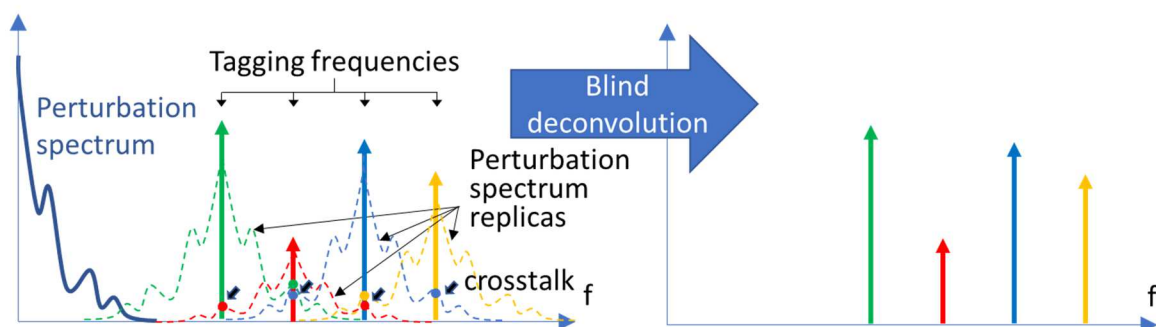


Figure 1 : Schéma de principe de la déconvolution aveugle appliquée aux fréquences de tag.

Objectifs du stage :

- Formaliser un modèle direct complet du système CBC avec modulations LOCSET.
- Implémenter en Python un premier algorithme de déconvolution aveugle sur signaux simulés, et évaluer son efficacité pour la séparation des tags.
- Tester la robustesse vis-à-vis du bruit et des non-linéarités.
- Explorer des implémentations légères adaptées à un FPGA (compatibilité temps réel).
- Amorcer une validation expérimentale sur le banc nsWFShaper de la chaire ONERA « Voir à travers le brouillard ».

Activités proposées :

1. Simulation et modélisation : Écriture et validation du modèle direct du signal modulé (LOCSET + perturbations dynamiques), génération de données simulées représentatives.
2. Déconvolution et traitement du signal : Implémentation d'algorithmes simples de déconvolution (Wiener, variationnelle) en Python, évaluation quantitative du « tassement » et du gain en cadence de correction.
3. Exploration vers l'implémentation matérielle : Analyse de la complexité algorithmique, identification d'implémentations légères compatibles FPGA.
4. Validation expérimentale : Tests préliminaires sur le banc nsWFShaper.

Bibliographie :

- [1] O'Meara, T. R. (1977). The multidither principle in adaptive optics. Journal of the Optical Society of America, 67(3), 306-315.
- [2] Flores, A., Pulford, B., Robin, C., Lu, C. A., & Shay, T. M. (2013). Coherent beam combining of fiber amplifiers via LOCSET. In Coherent Laser Beam Combining, 45-73.
- [3] Lai-Tim, Y., Mugnier, L. M., Krafft, L., Chen, A., Petit, C., Mecê, P., ... & Meimon, S. (2025). In vivo structured illumination ophthalmoscopy demonstration on the human retina using adaptive optics. Biomedical Optics Express, 16(7), 2923-2944.

Est-il possible d'envisager un travail en binôme ? Non

Méthodes à mettre en oeuvre :

- | | |
|---|---|
| ☒ Recherche théorique | ☒ Travail de synthèse |
| ☒ Recherche appliquée | ☒ Travail de documentation |
| ☒ Recherche expérimentale | ☒ Participation à une réalisation |

Possibilité de prolongation en thèse : Oui

Durée du stage : Minimum : 4 mois Maximum : 5 mois (6 mois sur dérogation uniquement)

Période souhaitée : 1^{er} mars au 31 juillet 2025

PROFIL DU STAGIAIRE

Connaissances et niveau requis : M2	Ecoles ou établissements souhaités : M2 recherche ou Ecole d'ingénieur
--	---