

STAGE - Essais en laboratoire et validation de contrôleurs prédictifs pour les systèmes de communication en orbite terrestre

Montbonnot-Saint-Martin, France - Stage (5 mois)

L'ENTREPRISE

BERTIN ALPAO, filiale du groupe **BERTIN TECHNOLOGIES**, est une entreprise de haute technologie reconnue pour son innovation et son expertise en **optique adaptative (OA)**.

Leader mondial dans ce domaine, nous concevons et produisons une large gamme de miroirs déformables (DM), de capteurs de front d'onde (WFS) et de systèmes sur-mesure, spécialement conçus pour des applications exigeantes telles que **le spatial, l'astronomie**, les communications optiques et quantiques, l'ophtalmologie, la microscopie, **la microélectronique**, ou encore les applications laser. Grâce à notre technologie unique, nous permettons à nos utilisateurs de corriger les aberrations optiques en temps réel et ainsi d'obtenir des images de très haute résolution.

Exportatrice à plus de 90%, Bertin Alpao relève des challenges technologiques et scientifiques pluridisciplinaires **au service de projets de recherche d'envergure internationale**. Nous avons notamment développé des miroirs déformables pour **le plus grand télescope mondial** et collaboré avec l'équipe du Prix Nobel de Physique, Reinhard GENZEL et Andrea GHEZ, en équipant un instrument clef ayant servi à la recherche sur le trou noir supermassif de **la Voie lactée**.

Nous comptons parmi **nos partenaires** des acteurs prestigieux, tant dans le domaine de la recherche, tel que **l'ESO** (European Space Observatory), **la NASA**, **le CNES**, que de l'industrie comme Airbus, Thales, Safran...

Située au sein d'Inovallée à **Montbonnot Saint-martin (38)**, au cœur de la « Silicon Valley » européenne, nous offrons à nos 50 collaborateurs et collaboratrices un cadre de travail unique au pied des massifs alpins.

Visitez notre site [Bertin Technologies - Bertin Alpao](#) et abonnez-vous à notre page [LinkedIn](#) pour suivre nos actualités !

Mission

Vous avez le goût du challenge ? Vous êtes curieux(se) et avez envie d'effectuer un stage qui vous aidera à vous développer et à mettre en pratique vos compétences académiques ? Vous souhaitez intégrer une entreprise innovante et agile, pour apporter votre pierre à l'édifice d'une croissance soutenue ?

Pour nous aider à atteindre nos objectifs de performance, notre ambition se poursuit et nous renforçons nos équipes au sein de notre filiale Bertin Alpao alors **rejoignez-nous** dans le cadre

de notre offre de stage intitulée : Essais en laboratoire et validation de contrôleurs prédictifs pour les systèmes de communication en orbite terrestre basse.

Le stage proposé porte sur les innovations technologiques pour l'observation à haute résolution angulaire depuis le sol, avec un accent particulier sur l'Optique Adaptative (OA).

Depuis près de 30 ans, l'OA permet de compenser **les effets de la turbulence atmosphérique** et de restaurer la limite de diffraction des grands télescopes terrestres, jouant ainsi un rôle central dans de nombreuses découvertes en astronomie. À titre d'exemple, le prix Nobel de Physique 2020 s'est appuyé en grande partie sur cette technologie.

Le fonctionnement de l'OA repose sur trois éléments clés :

- un analyseur de surface d'onde pour mesurer la déformation de l'onde lumineuse
- un calculateur temps réel pour traiter ces mesures
- et un miroir déformable capable d'ajuster sa surface à l'échelle de la milliseconde pour compenser la turbulence

Si l'OA a d'abord été développée pour l'astronomie, ses applications s'élargissent désormais à d'autres domaines, comme les communications optiques en espace libre (Free Space Optics – FSO). Ces dernières sont en pleine expansion, notamment pour permettre des échanges de données à haut débit entre satellites et stations au sol. Dans le cas des **satellites en orbite basse** (LEO), cette technologie pourrait offrir une alternative aux relais géostationnaires. Cependant, ces nouvelles applications posent des défis supplémentaires, notamment à cause du mouvement rapide **des satellites**, créant un "vent apparent" et des conditions de turbulence exacerbées à faibles angles d'élévation (10-20°).

Dans ce cadre, notre équipe développe **des algorithmes de contrôle prédictif avancés**. L'objectif est de comparer leur performance à une solution standard déjà utilisée dans le cas des télescopes géostationnaires (GEO). Pour cela, nous souhaitons valider expérimentalement ces approches sur un banc optique dédié déjà opérationnel qui permet de générer de la turbulence atmosphérique avec aberrations de phase et d'intensité, et intègre un système d'optique adaptative fonctionnant à plusieurs kHz. La métrique de performance principale sera le taux de couplage dans une fibre optique.

L'objectif du stage est de tester des algorithmes de contrôle prédictif (Reinforcement Learning et Linear Quadratic Gaussian – LQG) sur un banc d'optique adaptative, afin de :

- Evaluer leurs performances face à la solution standard,
- Identifier leurs limites opérationnelles,
- Mettre en évidence les leviers d'optimisation propres à chaque approche.

En nous rejoignant, vos missions principales seront les suivantes :

Montée en compétences et bibliographie :

- Étudier les méthodes de Reinforcement Learning et de contrôle LQG déjà développées. Il ne s'agit pas de les re-développer dans le cadre de ce stage
- Se familiariser avec le fonctionnement du banc d'optique adaptative et du module de génération de turbulence, jusqu'à une autonomie de manipulation.

Validation expérimentale et analyse :

- Définir un protocole de test robuste.
- Réaliser les mesures sur le banc optique.
- Comparer quantitativement les performances aux méthodes de référence.

Profil recherché :

Ce que nous recherchons chez vous

Vous êtes actuellement en **dernière année d'école d'ingénieur** ou Master 2 avec une spécialisation en **optique** et recherchez **un stage de fin d'études** ?

Votre parcours vous a permis de développer **des connaissances et compétences dans les domaines techniques suivants** :

- Programmation **Python / MATLAB** et gestion de versions (GitLab)
- Connaissances en contrôle de systèmes
- Intérêt marqué pour l'expérimentation et l'optique adaptative

Vous êtes reconnu(e) pour **vos capacités d'adaptation, votre rigueur** et votre esprit d'équipe ?

Vous aimez travailler **de manière autonome et organisée** au sein d'un univers challengeant ?

Enfin, vous partagez **nos valeurs essentielles** que sont le courage, la confiance, le talent et l'esprit d'équipe ?

Alors n'hésitez plus et postulez chez nous !

Ce que nous pouvons vous apporter

Des possibilités d'embauche et d'évolutions, de découverte de différents domaines, de proposer des idées (primes contractuelles de dépôt de brevets).

Un environnement riche en perpétuelle évolution, une communauté de passionnés évoluant dans une culture du partage d'informations.

94% de nos stagiaires et alternants recommandent Bertin et apprécient la diversité et la qualité des missions qui leur sont confiées au quotidien (Enquête HappyTrainees 2025).

Nous accordons une importance particulière à nos stagiaires pour les accompagner au mieux dans leur formation et les faire participer à des projets ambitieux.

Quels que soient votre profil et vos objectifs de carrière, **découvrez la diversité de nos métiers et libérez avec nous votre potentiel !**

Vous bénéficierez d'**une gratification mensuelle**.

Au même titre que nos salariés, vous bénéficierez également de **Titres restaurant** et du **remboursement à hauteur de 50 % de vos frais de transport en commun**.

Alors n'hésitez plus et postulez chez nous en envoyant votre CV accompagné d'une lettre de motivation mettant en avant votre expérience et votre intérêt pour le poste à recrutement@bertin.group.