

## Optimisation Bayésienne et Modèles Bayésiens à Noyau

Les objectifs pédagogiques de ce travail sont les suivants :

- Comprendre les principes de l'optimisation bayésienne
- Maîtriser les modèles bayésiens à noyau
- Mettre en œuvre ces techniques sur des problèmes concrets
- Analyser les avantages par rapport aux méthodes classiques

### Génération des données

Les données seront simulées afin de garantir un environnement d'apprentissage optimal. Un fichier CSV sera fourni contenant des valeurs modifiées pour éviter toute fuite de données sensibles. Les données incluent des caractéristiques pour la prédiction de rendement agricole basé sur divers facteurs environnementaux.

## Partie 1 : Optimisation Bayésienne (10 points)

### Fondements théoriques

1. **(1 pt)** Expliquez le principe de l'optimisation bayésienne.  
Décrivez comment elle permet de gérer les fonctions coûteuses à évaluer.
2. **(1 pt)** Définissez et expliquez les processus gaussiens.  
Pourquoi sont-ils utilisés pour modéliser la fonction objective ?
3. **(1 pt)** Décrivez les principales fonctions d'acquisition (Expected Improvement, Upper Confidence Bound, etc.).  
Expliquez leur rôle dans le compromis exploration/exploitation.

### Implémentation et applications

4. **(2 pts)** Implémentez une optimisation bayésienne pour maximiser la production agricole en fonction de l'humidité et de la température.  
Visualisez les étapes du processus.
5. **(2 pts)** Utilisez l'optimisation bayésienne pour ajuster les hyperparamètres d'un modèle de régression (ex : Random Forest) sur les données agricoles fournies.

Comparez les résultats avec Grid Search et Random Search.

6. (2 pts) Visualisez le processus d'optimisation (courbe de convergence, choix des points).

Commentez la manière dont le modèle explore l'espace de recherche.

7. (1 pt) Analysez les avantages et limites de l'optimisation bayésienne face aux méthodes classiques.

## Partie 2 : Modèles Bayésiens à Noyau (10 points)

### Fondements théoriques

8. (1 pt) Expliquez le concept d'inférence bayésienne.

Comment met-on à jour les croyances avec de nouvelles données ?

9. (1 pt) Décrivez la théorie des méthodes à noyau et leur lien avec les processus gaussiens.

Pourquoi utiliser un noyau dans un modèle bayésien ?

10. (1 pt) Qu'est-ce qu'une distribution a priori et une distribution a posteriori ?

Donnez un exemple appliqué à la prédiction de rendement agricole.

### Implémentation et applications

11. (2 pts) Implémentez une régression bayésienne à noyau sur les données agricoles fournies.

- Visualisez les prédictions et les intervalles de confiance.

12. (2 pts) Réalisez une classification bayésienne à noyau pour prédire le type de sol (argileux, sableux, limoneux) en fonction des données climatiques.

- Comparez les résultats avec un SVM classique.

13. (1 pt) Analysez l'incertitude dans les prédictions.

- Commentez les zones où le modèle est moins confiant.

14. (1 pt) Testez différents noyaux (linéaire, RBF, polynomial).

- Quelle est la différence entre eux et quel impact ont-ils sur la précision du modèle ?

15. (1 pt) Discutez de l'influence des choix de noyau et de la distribution a priori sur les résultats.

### Instructions

- Vous devez commenter chaque bloc de code pour expliquer vos choix.
- Les résultats doivent être présentés sous forme de graphiques et d'analyses.
- Veillez à ce que votre code soit propre et bien organisé.
- Un rapport synthétisant vos observations sera demandé en complément du code.