



Consortium Industrie Recherche
pour l'Optimisation et la
QUantification d'incertitude
pour les données Onéreuses

Consortium en mathématiques appliquées CIROQUO

Programme Workshop, 2025

Valpré 69130 Ecully

Lundi 26 mai 2025

salle

12:30 Déjeuner

13:45	14:00	Introduction des journées. Christophe Corre (Centrale Lyon)
14:00	15:00 :	Julien Jacques (ERIC Université Lyon 2), <i>Linear regression for functional data</i>
15:00	15:30	Dimo Brockhoff (Randopt - INRIA Saclay), <i>Developments and Extensions of CMA-ES and COCO Over the Course of CIROQUO</i>

Pause

1600	17:00	Amandine Marrel (CEA DES), <i>Flânerie sérotinale autour des HSIC : Avancées récentes pour l'application en analyse de sensibilité</i>
17:00	18:15	Session Posters
18:15	19:30	Jeux Extérieur

Dîner

21:00	22:00	Musique Sylvain Michel - Cie La soupe aux étoiles
-------	-------	---

Mardi 27 mai 2025

9:00	10:00	Aurélien Garivier (UMPA ENS Lyon), <i>Optimisation dans les processus de décision markoviens : au-delà des espérances.</i>
10:00	10:45	Olivier Roustant (IMT INSA Toulouse), <i>Décomposition spectrale de $H^1(\mu)$ et inégalités de Poincaré. Application à la quadrature par noyau</i>
<i>Pause</i>		
11:15	11:45	Clémentine Prieur - Olivier Zahm (Airsea - INRIA Grenoble)
11:45	12:15	Miguel Munoz Zuniga - Morgane Menz (IFPEN)
12:15	12:45	Jérémy Rohmer - Yann Richet (BRGM - IRSN) <i>Apport de CIROQUO pour l'évaluation du risque d'inondation</i>
<i>Déjeuner</i>		
14:00	15:00	David Coeurjolly (LIRIS - CNRS), <i>Controlling Low Discrepancy Samplers with applications to Monte Carlo Rendering.</i>
15:00	15:30	Tanguy Appriou & David Gaudrie (Stellantis), <i>Optimisation de structure en crash automobile</i>
<i>Pause</i>		
16:00	17:00	Luc Pronzato (I3S CNRS Nice)
17:00	17:45	Session ciroquo 2
19h30 : Diner Gala		

Mercredi 28 mai 2025

salle

9:00	10:00	Lucas Reding (Ceramics - UPHF), <i>Covariance parameter estimation of Gaussian processes with approximated functional inputs.</i>
10:00	10:30	Mickaël Binois (INRIA Nice) <i>Modular Jump Gaussian Processes</i>
<i>Pause</i>		
11:00	12:00	Mathilde Mougeot (ENSIIE - Centre Borelli),
12:00	12:45	Clôture Ciroquo 1 - Lancement Ciroquo 2
<i>Déjeuner</i>		

Résumés

Julien Jacques - Linear regression for functional data

Abstract : Due to the fast growth of data that are measured on a continuous scale, functional data analysis has undergone many developments in recent years. Regression models with a functional response involving functional covariates, also called "function-on-function", are thus becoming very common. Studying this type of model in the presence of heterogeneous data can be particularly useful in various practical situations. We mainly develop in this work a Function-on-Function Mixture of Experts (FFMoE) regression model. Like most of the inference approach for models on functional data, we use basis expansion (B-splines) both for covariates and parameters. A regularized inference approach is also proposed, it accurately smoothes functional parameters in order to provide interpretable estimators. Numerical studies on simulated data illustrate the good performance of FFMoE as compared with competitors. Usefulness of the proposed model is illustrated on a Cycling data set, in which the developed power is explained by the speed, the cyclist heart rate and the slope of the road

Dimo Brockoff - Developments and Extensions of CMA-ES and COCO Over the Course of CIROQUO

The (blackbox) optimization algorithm CMA-ES (Covariance Matrix Adaptation Evolution Strategy, <https://cma-es.github.io/>) and the automated benchmarking platform COCO (Comparing Continuous Optimizers, <https://coco-platform.org/>) are among the core contributions of the Randopt team at Inria and both have been vital for the PhD project of Mohamed Gharafi (financed by Storengy in the context of the CIROQUO project). In this talk, I will give a quick overview over the two corresponding software packages and then focus on the developments and additions over the course of CIROQUO, in particular with respect to multiobjective optimization and the thesis of Mohamed.

Amandine Marrel - Flânerie sérotinale autour des HSIC : Avancées récentes pour l'application en analyse de sensibilité

L'analyse de sensibilité (AS) est aujourd'hui un outil précieux et incontournable dans les processus de quantification des incertitudes dans les résultats des simulateurs numériques utilisés pour modéliser et prédire les phénomènes physiques. L'AS peut avoir pour objectif d'identifier les paramètres les plus influents (screening), de hiérarchiser leurs effets (ranking), d'identifier leurs éventuelles interactions, ou d'étudier plus finement leur influence selon la valeur prise par ces paramètres. Parmi les méthodes d'AS, celles basées sur le critère d'indépendance de Hilbert-Schmidt (HSIC) occupent une place de choix dans le contexte applicatif des simulateurs coûteux en temps CPU, de par leur adaptation au contexte « small and single random sample », la possibilité de construire des tests d'indépendance associés et le large spectre de variables prises en compte (variables catégorielles, fonctionnelles, etc.). La présentation proposera une revue des développements récents réalisés au CEA sur les HSIC, incluant l'amélioration des tests statistiques, l'extension aux variables fonctionnelles et aux échantillons de type LHS, ainsi que l'exploration approfondie des HSIC-ANOVA. Ces travaux ont été menés principalement dans le cadre de travaux de thèse (A. Meynaoui) et de post-doctorats (M. De Lozzo, R. El Amri et G. Sarazin).

Aurélien Garivier - Optimisation dans les processus de décision markoviens : au-delà des espérances

Les équations de Bellman permettent d'optimiser l'espérance de l'utilité dans les processus de décision markoviens. Mais comment faire si l'on souhaite optimiser d'autres fonctionnelles de l'utilité, par exemple pour des raisons de gestion des risques ? L'apprentissage distributionnel peut représenter un espoir intéressant, dans la mesure où il permet de garder une trace non seulement du comportement moyen, mais de l'ensemble de la distribution. On s'efforcera dans cet exposé de cerner quelles sont les fonctionnelles de l'utilité qui sont optimisables par programmation dynamique, et d'illustrer dans quelle mesure celles-ci répondent à la problématique de gestion des risques.

Olivier Roustant - Décomposition spectrale de $H^1(\mu)$ et inégalités de Poincaré. Application à la quadrature par noyau.

Les méthodes de quadrature sont utilisées pour évaluer - avec un budget de calcul limité - les intégrales qui interviennent dans la quantification d'incertitudes de systèmes complexes. Le cadre des espaces de Hilbert à noyau reproduisant (RKHS) permet de réaliser des calculs théoriques lorsque l'erreur d'approximation est mesurée par le critère du pire cas. On sait par exemple obtenir la quadrature optimale, assurant la plus petite erreur d'approximation, lorsque la loi des entrées μ est uniforme. On sait aussi, dans le cas général, qu'utiliser la transformation quantile pour se ramener à ce cas, n'est pas optimal. Dans cet exposé, nous considérons une classe de mesures μ sur un intervalle $[a, b]$. Nous montrons que $H^1(\mu)$ est un RKHS et que son noyau admet une décomposition spectrale associée aux inégalités de Poincaré. De plus, nous montrons que les fonctions propres forment un T-système, ce qui permet de définir une quadrature de Gauss généralisée. Nous en déduisons quelques résultats théoriques ainsi qu'une procédure numérique rapide. Les expériences numériques permettent de donner des recommandations pratiques pour le choix des nœuds de quadrature, ainsi qu'une conjecture pour un résultat asymptotique.

Travail joint avec Fabrice Gamboa (Institut de Mathématiques de Toulouse) et Nora Luethen (ETH Zurich). Collaboration en cours avec Toni Karvonen.

Clémentine Prieur -

Miguel Munoz-Zuniga -

Jérémy Rohmer & Yann Richet - Apport de CIROQUO pour l'évaluation du risque d'inondation

Les études probabilistes du risque d'inondation sont indispensables pour évaluer les impacts potentiels sur les zones vulnérables plus particulièrement en présence d'installations nucléaires. Ces études sont complexes car elles nécessitent de nombreuses itérations avec des simulateurs hydrauliques coûteux en temps de calcul, tout en gérant des probabilités d'occurrence faibles. Nous présenterons un résumé des travaux de CIROQUO et plus particulièrement ceux de la thèse de Charlie Sire pour améliorer les études probabilistes du risque d'inondation sur plusieurs aspects : métamodélisation de sorties complexes (cartes d'inondation) par combinaison de régression par processus Gaussiens et analyse fonctionnelle des données, analyse de sensibilité par méthodes de quantification, et communication des résultats spatialisés probabilistes.

David Coeurjolly - Controlling Low Discrepancy Samplers with applications to Monte Carlo Rendering

In quasi-Monte Carlo methods, generating high-dimensional low discrepancy sequences by generator matrices is a popular and efficient approach to uniformly draw samples in canonical domains. Historically, constructing or finding such generator matrices has been a hard problem. In particular, it is challenging to take advantage of the intrinsic structure of a given numerical problem to design samplers of low discrepancy in certain subsets of dimensions. To address this issue, we devise a greedy algorithm allowing us to translate desired net properties into linear constraints on the generator matrix entries. Solving the resulting integer linear program yields generator matrices that satisfy the desired net properties. We demonstrate that our method finds generator matrices in challenging settings, offering low discrepancy sequences beyond the limitations of classic constructions.

Tanguy Appriou & David Gaudrie - Optimisation de structure en crash automobile

Dans le but de réduire leur consommation énergétique et d'augmenter leur autonomie, Stellantis cherche à minimiser la masse de ses véhicules. Toutefois, il reste crucial de respecter des normes de sécurité, en crash notamment. L'optimisation de structure vise justement à dimensionner au mieux les éléments de la caisse, pour s'assurer qu'ils garantissent la sécurité du véhicule tout en minimisant la masse. Les outils de simulation numérique utilisés pour évaluer les performances en crash d'un véhicule sont coûteux en temps de calcul, et font intervenir un grand nombre de paramètres de design. Pour résoudre ce type de problème d'optimisation, il est donc nécessaire de développer une méthode capable de s'accommoder du grand nombre de paramètres et d'un budget de calcul limité. Les méthodes d'optimisation Bayésiennes développées dans la thèse de Tanguy Appriou permettent de surpasser les limitations usuelles en termes de dimension (environ 40 paramètres) des méthodes type EGO pour traiter des problèmes de structure de véhicules composés d'une centaine d'éléments.

Luc Pronzato

Lucas Reding - Covariance parameter estimation of Gaussian processes with approximated functional inputs

Résumé : The problem of covariance parameter estimation of Gaussian fields using a maximum-likelihood (ML) estimator has been extensively studied when the Gaussian fields are defined on a Euclidean space. However recent numerical works have begun to consider non-Euclidean cases with functional, distributional or categorical inputs for example. As such, theoretical guarantees for the convergence of ML estimators within the context of non-Euclidean input spaces are required for certifying the robustness of these models. In this talk, we present some theoretical results concerning the case of increasing-domain asymptotics of ML estimators when input elements are defined on a general Hilbert space. Specifically, we explicit the asymptotic consistency and normality of this class of estimators. One difficulty which arises from considering the infinite dimensional case rather than the finite one is that, in practice, infinite dimensional inputs can't fully be known to the practitioner. Thus, numerical computation of ML estimators in this context requires an approximation of the input data. It is generally the case, in the literature, that this approximation is not rigorously studied whenever numerical experiments are undertaken. And so, in addition to the theoretical guarantees mentioned before, we also provide similar results for the case of approximated data. All of our results are given within a very large framework allowing for a wide range of practical and numerical applications.

Mickaël Binois - Modular Jump Gaussian Processes

Gaussian processes (GPs) are a flexible modeling apparatus, furnishing accurate nonlinear predictions with well-calibrated uncertainty. However, the typical GP setup has a built-in stationarity assumption, making it ill-suited for modeling data from processes with evolving input-output dynamics. We are interested in nonstationary processes that are generally smooth over inputs except along a manifold of discontinuity, where the output level “jumps”. A

so-called “jump GP” (JGP) was developed for modeling data from such processes. The main JGP ingredients – (1) local GPs and (2) latent variables capturing local influence of data from disparate levels – are sensible but their joint inference is complex. Here we suggest a simpler, more modular inferential framework inspired by the same ingredients. In particular, we (1) develop an optimal neighborhood size estimator for local GPs; and (2) design a new (latent) feature that captures the spatial evolution of marginal mixture components, identifying levels in the input space. Each, separately, leads to dramatic improvements when modeling processes with jumps. In tandem (but without requiring joint inference) that benefit is compounded, as illustrated on real and synthetic benchmark examples from the recent literature.

Mathilde Mougeot -