

Thibault Pautrel

*Chercheur postdoctoral
en mathématiques
appliquées et
informatique*

📞 +33 6 37 34 00 55

✉️ tpautrel@hotmail.fr

🌐 thibault-pautrel.github.io

Né le 17 août 1994 au Mans (72) – Nationalité française



Expériences professionnelles

- 2025–2026 **Postdoctorat**, CentraleSupélec, Laboratoire des Signaux et Systèmes (L2S), Gif-sur-Yvette
Projet : Federated learning on covariance matrices for pre-trained models on health data.
Encadrement : Florent Bouchard.
- 2024–2025 **Stage de recherche (M2)**, LISTIC, Université Savoie Mont Blanc, Annecy, 6 mois
Projet : Riemannian Federated Learning on remote sensing data.
Encadrement : Guillaume Ginolhac, Arnaud Mian, Florent Bouchard.
Développement de FedSPDnet, un cadre d'apprentissage fédéré exploitant la géométrie riemannienne des matrices SPD pour l'imagerie satellitaire. Les algorithmes d'agrégation proposés (moyennes projetées sur la variété de Stiefel, moyennisation dans l'espace tangent) préservent la structure géométrique des paramètres tout en réduisant significativement les coûts de communication par rapport aux architectures CNN classiques.
- 2021–2024 **Professeur agrégé de mathématiques**, Éducation nationale, Temps plein
Enseignement en collège et lycée. Colles en classes préparatoires (BCPST, PCSI, MP).
- 2018–2021 **Doctorat de mathématiques**, Université de Rennes 1, IRMAR
Titre : Sur l'universalité des zéros de fonctions aléatoires.
Direction : Jürgen Angst et Guillaume Poly.
Financement : Contrat doctoral avec mission d'enseignement (64h/an).
Cette thèse étudie le comportement asymptotique du nombre de zéros de polynômes trigonométriques aléatoires à coefficients gaussiens corrélés. Nous caractérisons la transition entre régimes universels et non-universels selon la nature de la mesure spectrale, établissant notamment que la régularité de cette mesure détermine si la limite universelle est atteinte.
- 2018 **Stage de recherche (M2)**, LAMA, Université Savoie Mont Blanc, Chambéry, 5 mois
Projet : Équations différentielles stochastiques rétrogrades réfléchies en moyenne.
Encadrement : Philippe Briand.
Étude des EDS et EDSR réfléchies en moyenne, où la contrainte porte sur la loi du processus plutôt que sur ses trajectoires. Analyse des résultats d'existence et d'unicité, convergence de systèmes de particules vers les solutions, et extension au cadre conditionnel avec réflexion dirigée selon la normale.

Publications

Informatique (Intelligence artificielle & Apprentissage géométrique)

Mots-clés Apprentissage fédéré, variétés riemanniennes, matrices SPD, apprentissage profond géométrique, optimisation sur variétés, traitement du signal.

[C3] **[Soumis]** T. Pautrel, F. Portier. *Riemannian stochastic optimization for sufficient dimension reduction*. Soumis.

Reformulation riemannienne de MAVE pour la réduction de dimension suffisante. Nous montrons que les minimiseurs du critère MAVE récupèrent l'espace engendré par les gradients de la fonction de régression – la même cible que la méthode OPG – via une régression locale dans l'espace projeté. En reformulant MAVE comme un problème de maximisation sur la variété de Stiefel et en dérivant un gradient en forme close, nous obtenons l'algorithme SMAVE (descente de gradient riemannienne stochastique par mini-batches avec localisation k -plus-proches-voisins adaptative). Sur des benchmarks synthétiques, SMAVE atteint ou dépasse la précision des méthodes existantes tout en étant $10\text{--}50\times$ plus rapide ; sur des tâches de régression réelles, les gains en vitesse dépassent trois ordres de magnitude.

- [C2] **[Soumis]** T. Pautrel, F. Bouchard, G. Ginolhac, A. Mian. *Projection-based Riemannian federated learning with partial participation*. Soumis à *Signal Processing*, numéro spécial « Signal Processing and Learning with Manifolds and Lie Groups ».

Apprentissage fédéré riemannien avec participation partielle, sans opérations géométriques coûteuses. Nous proposons deux stratégies d'agrégation, RFedProj et RFedRL, qui sont agnostiques à l'optimiseur, légères (projections et rétractions standard uniquement) et supportent la participation partielle sans terme de correction auxiliaire. Les deux atteignent les mêmes taux de convergence sous hétérogénéité des données, avec des bornes caractérisant explicitement l'interaction entre taux de participation et hétérogénéité – reflétant les garanties euclidiennes classiques. Des expériences de classification d'imagerie motrice EEG avec SPDNet valident des performances compétitives face aux baselines centralisées et euclidiennes.

- [C1] **[Soumis]** T. Pautrel, F. Bouchard, A. Mian, G. Ginolhac. *FedSPDnet : geometry-aware federated deep learning with SPDnet*. EuSIPCO 2026.

Premier cadre d'apprentissage fédéré pour l'architecture SPDnet. Proposition de deux méthodes d'agrégation agnostiques à l'optimiseur : ProjAvg, qui projette la moyenne arithmétique sur la variété de Stiefel, et RLAvg, qui approxime la moyenne dans l'espace tangent via des rétractions et des liftings. Ces deux approches préservent la structure géométrique des paramètres à moindre coût, contrairement à la moyenne euclidienne (qui viole l'orthogonalité) ou aux moyennes riemanniennes exactes (calculatoirement prohibitives). Les simulations sur des benchmarks d'imagerie motrice EEG montrent que FedSPDnet surpasse EEGnet fédéré en score F1, en robustesse à la fédération et à la participation partielle, avec un nombre de paramètres communiqués par round inférieur.

Mathématiques (Processus stochastiques & Analyse asymptotique)

Mots-clés Ensembles nodaux, polynômes trigonométriques aléatoires, processus gaussiens stationnaires, dépendance forte, universalité, formules de Kac–Rice.

- [R2] **[À paraître]** J. Angst, T. Pautrel, G. Poly. *Global universality of the expected number of zeros of non-analytic random signals*. INdAM–Springer Proceedings, 2025.

Premier résultat d'universalité globale pour signaux non analytiques. Démonstration que le phénomène d'universalité persiste pour des signaux périodiques à régularité finie, sans hypothèse d'analyticité. En combinant théorèmes limites fonctionnels, contrôle probabiliste du nombre de zéros et moyennisation sur fenêtres microscopiques, nous établissons la convergence vers la constante universelle modulo un facteur géométrique.

- [R1] **[Publié]** J. Angst, T. Pautrel, G. Poly. *Real zeros of random trigonometric polynomials with dependent coefficients*. Transactions of the American Mathematical Society **375** (2022), 7209–7260.

Caractérisation complète de la transition universalité/non-universalité. Dichotomie précise pour polynômes trigonométriques à coefficients gaussiens corrélés : la limite universelle est obtenue ssi la densité spectrale est strictement positive p.p. avec intégrabilité logarithmique. Ce travail relie structure de dépendance statistique, géométrie spectrale et phénomènes d'universalité, englobant les accroissements de mouvement brownien fractionnaire pour tout paramètre de Hurst.

- [R0] **[Publié]** T. Pautrel. *New asymptotics for the mean number of zeros of random trigonometric polynomials with strongly dependent Gaussian coefficients*. Electronic Communications in Probability **25** (2020), no. 36.

Premier exemple explicite de rupture d'universalité. Mise en évidence du rôle critique de la nature singulière de la mesure spectrale : pour des coefficients fortement corrélés, le nombre moyen de zéros normalisé peut prendre tout un continuum de valeurs, illustrant l'importance de la régularité spectrale.

Activités d'enseignement

Enseignement universitaire

- 2025–2026 **TP Initiation au développement C++**, *IUT Orsay*, L1 (R101-B), 33h équiv. TD
15 étudiants, 5h30/semaine.
Programmation Orientée Objet (classes, attributs, méthodes). Recherche séquentielle et dichotomique. Tris (insertion, sélection). Introduction à la complexité.
- 2025–2026 **TD/TP Machine Learning**, *CentraleSupélec*, 2^e année, 12h équiv. TD
102 étudiants, enseignement en anglais, 8 séances de 1h30.
Introduction à l'apprentissage automatique, sélection et évaluation de modèles, régression linéaire et logistique, classifieurs probabilistes et analyse discriminante linéaire, méthodes non paramétriques et plus proches voisins, méthodes arborescentes et apprentissage d'ensemble, machines à vecteurs de support, réseaux de neurones, réduction de dimension, apprentissage non supervisé et classification automatique.
- 2025–2026 **TD Statistique et Apprentissage**, *CentraleSupélec*, 1^{re} année
≈30 étudiants, enseignement en anglais (S2).
Partie I – Statistique mathématique : modèles statistiques, estimation (maximum de vraisemblance, méthode des moments, estimation bayésienne), tests d'hypothèses (tests paramétriques, p -valeurs, test du χ^2 , Kolmogorov–Smirnov).
Partie II – Apprentissage statistique : régression linéaire et logistique, régularisation, arbres de décision, réseaux de neurones artificiels, ACP, k -moyennes.
- 2018–2021 **TD Analyse et probabilités**, *Université de Rennes 1*, L2 Mathématiques, 48h équiv. TD
≈30 étudiants, 4h/semaine.
Développements limités, équivalents, comparaisons locales de fonctions. Continuité uniforme, théorème de Heine. Intégration des fonctions continues par morceaux, sommes de Riemann, formules de Taylor. Intégrales généralisées. Séries numériques : convergence, séries à termes positifs, comparaison séries-intégrales, convergence absolue. Probabilités discrètes, couples de variables aléatoires, indépendance.
- 2018–2021 **TD Probabilités**, *Université de Rennes 1*, L1 Biologie, 16h équiv. TD
≈30 étudiants, 2h/semaine sur 8 semaines.
Espace de probabilité, indépendance et conditionnement, fonction de répartition, variables aléatoires discrètes, couples de variables aléatoires. Espérance, variance, loi des grands nombres, théorème central limite, intervalles de confiance.
- 2019–2020 **Encadrement de TER**, *ENS Rennes*, 1^{re} année
Sujet : Méthode de Stein pour l'approximation normale.
- 2018–2021 **Jury d'oraux blancs**, *Université de Rennes 1*
Préparation CAPES et agrégation de mathématiques.

Colles en classes préparatoires

- 2021–2024 **Colles de mathématiques**, *BCPST, PCSI, MP*, Divers établissements
- 2016–2018 **Colles de mathématiques**, *MP, MP**, Lycée Chateaubriand, Rennes

Enseignement secondaire

- 2021–2024 **Professeur agrégé de mathématiques**, *Collège et lycée*, Temps plein

Formation

- 2024–2025 **Master « Smart Data »**, *ENSAI, Rennes*, Mention Très Bien
Spécialisation : apprentissage automatique, apprentissage profond, réduction de dimension, analyse de données fonctionnelles.
- 2017–2018 **Master 2 Recherche « Aléatoire »**, *Université de Rennes 1*, Mention Bien
Spécialisation : processus et calcul stochastiques, statistique des processus, systèmes dynamiques, statistiques paramétriques et non-paramétriques, calcul de Malliavin et méthode de Stein
- 2016–2017 **Préparation à l'agrégation de mathématiques**, *Université de Rennes 1*, Mention Bien

2015–2016 **Master 1 de mathématiques fondamentales**, *Université de Rennes 1*, Mention Bien
2014–2015 **Licence 3 de mathématiques**, *Université de Rennes 1*, Mention Bien
2012–2014 **CPGE MPSI – MP***, *Lycée Chateaubriand, Rennes*

Concours et distinctions

2017 **Agrégation externe de mathématiques**, *Option probabilités–statistiques*, Rang : 118

Responsabilités collectives

2023–2025 **Membre du jury du concours CentraleSupélec**
Correcteur des écrits MP Mathématiques 1 (2023, 2024, 2025).
Examineur à l'oral Mathématiques–Informatique MP (2023, 2024).
2019–2021 **Co-organisateur du séminaire doctoral**, *Séminaire « Gaussbusters »*, IRMAR, Rennes
Séminaire hebdomadaire des doctorants en probabilités et statistiques.

Compétences techniques

Langages Python (NumPy, PyTorch, scikit-learn), R, SQL, C++, OCaml, Scilab
Big Data Spark, calcul parallèle
Outils Git, $\text{\LaTeX}$, Unix/Bash

Langues

Anglais	Courant (C2)	<i>Certificate of Proficiency in English (Cambridge, 2013)</i>
Espagnol	Intermédiaire (B2)	<i>Lu, écrit, parlé</i>