

- La TDJ est un outil mathématique d'aide à la décision
 - Maths introduites au XX^e siècle sur des résultats profonds et difficiles
 - Une branche bien vivante encore : ex. des jeux à champ moyen pour l'étude de foules (éco ou sociales)
 - Applications : Économie, Finance, Learning, Enchères, systèmes de votes, de matching (Google ads...)
- Objectifs du cours
 - Valeur d'un jeu à somme nulle, équilibres de Nash d'un jeu,...
 - Étude d'exemples, d'algos d'apprentissage, de matching,...
 - Parcourir un grand nombre d'exemples pour développer une culture "jeux"
- Pour qui ?
 - Un cours important dans une formation en optimisation, résonances avec le cours de RO
 - Cours théorique relativement au PA.
 - Pas de prérequis

APM 51051 : Systèmes dynamiques pour la modélisation et la simulation des “milieux réactifs” multi-échelles

Systèmes Dynamiques : un champ mathématique très riche (Cauchy Lipschitz Poincaré)

$$d_t U = F(t, U, \lambda) \quad t \in \mathbb{R} \quad \lambda \in \mathbb{R}^p$$

$$U(t = 0) = U_0 \quad U(t) \in \mathbb{R}^n$$



- **Modélisation mathématique**
- **Méthodes mathématiques d'analyse**
- **Méthodes numériques et analyse num.**
- **Simulation précise et efficace**

Marc Massot CMAP - marc.massot@polytechnique.edu



Laurent Séries

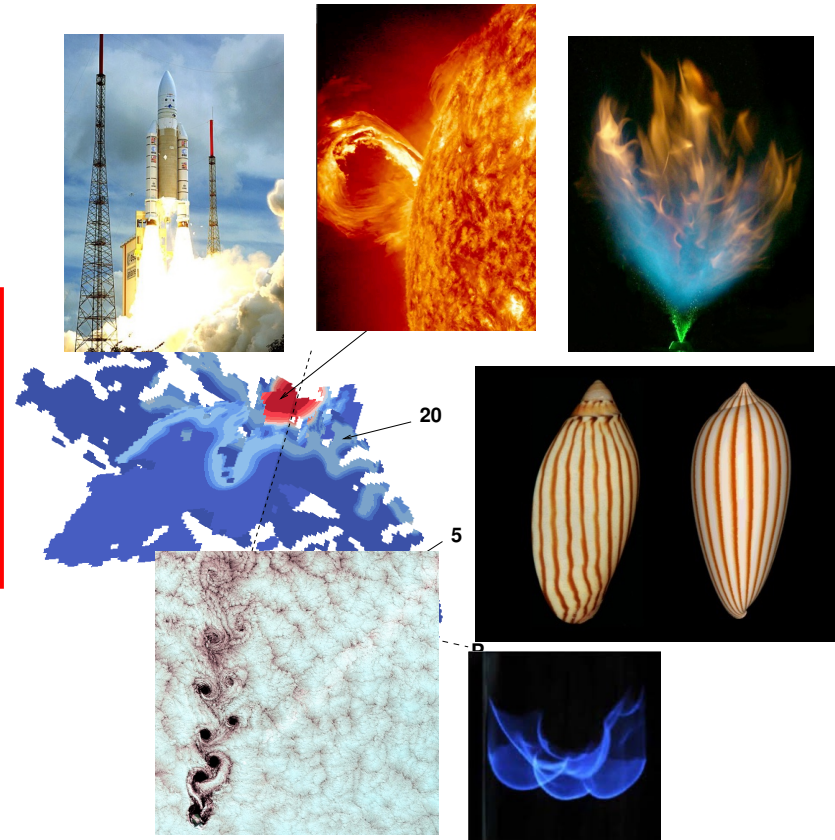


Guillaume Dujardin



Quentin Houssier

« Milieux Réactifs » : très large spectre d'applications



Liens NASA, SpaceX, Stanford, ONERA, CNES, VKI

- PC avec des Notebooks
- Comptes-Rendus
- Conférence Chaos
- Projet final et soutenance



APM-51052 : Calcul stochastique et finance

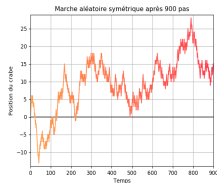
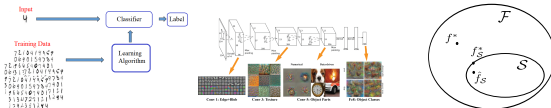


Figure – Evolution du CAC40 vs Marche aléatoire changée d'échelle

- Mouvement **Brownien**, intégrale stochastique, calcul d'**Itô**, **modèles de diffusion**, etc
 - Modèle de **Black-Scholes-Merton**, couverture/**gestion des risques**
 - **Feynman-Kac** : lien équations aux dérivées partielles et processus stochastique
- Lien calcul stochastique et IA/finance
- TP hebdomadaire (1/3 de la note finale) + Examen écrit (2/3 de la note finale)
- Séminaire professionnel + offres/suivi de stages



Goal

- Master the **machine learning** framework and its challenges.
- Know the inner machinery of the most classical supervised and unsupervised **ML methods** to understand their strengths, limitations and connections.
- Discover some **advanced ML methods** and their applications.
- Not a course on practical tricks to use machine learning in a data product, but **numerical labs** for every lecture!

Evaluation

- A project (10 pt)
- An exam (10 pt)

9 Lectures (Monday 8h30-10h30)

- Machine Learning: Introduction, Setting and Risk Estimation
- Supervised Learning: Probabilistic Point of View
- Supervised Learning: Optimization Point of View
- Machine Learning: Advanced Probabilistic Point of View
- Machine Learning: Unsupervised Learning, More Machine Learning and Metrics
- Machine Learning: Feature Design
- Supervised Learning: Trees, Ensemble Methods and Time Series
- Recommendation Systems
- Introduction to Reinforcement Learning

- For more information:



Jesse Read

Jesse.Read@polytechnique.edu

Erwan Le Pennec

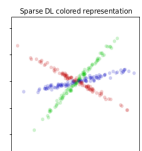
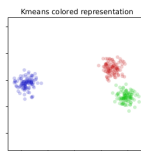
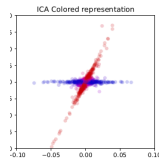
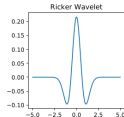
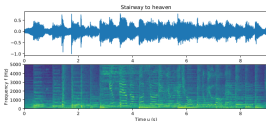
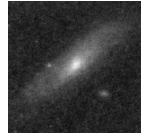
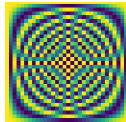
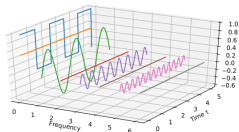
Erwan.Le-Pennec@polytechnique.edu



APM 51055 : Signal Processing

from Fourier to Machine Learning

R. Flamary



1. Fourier analysis and analog filtering

Fourier Transform, convolution, analog signal processing.

2. Digital signal processing

Sampling, Fast Fourier Transform (FFT), Image processing.

3. Random signals

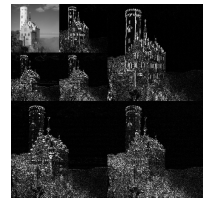
Noise stochastic processes, linear modeling and filtering.

4. Signal representation and dictionary learning

Non-stationarity, Short Time FT, wavelets, DCT, dictionary learning.

5. Signal processing with machine learning

Learning representations, generating realistic signals.



ig mountain
alley from ti
If a dread o
orning cam

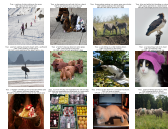
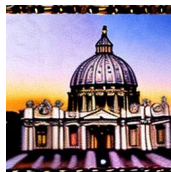
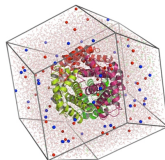
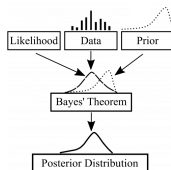


Courses + practical sessions in Python

APM 51056: Probability Theory for Machine Learning

Goal:

- Master tools from probability theory essential for ML
- Applications to sampling algorithms
- Simulation from an unnormalized density π on $(\mathcal{X}, \mathcal{C})$
- Generative models

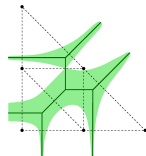


Plan for the Course:

- Lectures 1–2: Basics of integration and measure theory, application to statistics
- Lectures 4–5: Monte Carlo methods
- Lectures 5–6: Conditional distributions and Bayesian statistics
- Lectures 7–8: Markov chains and MCMC
- Lecture 9: Introduction to Generative models

MAP 557: Recherche opérationnelle

Applis: Production de l'énergie, Transport, Optimisation des réseaux télécom, Centres d'appels, Optimisation du revenu & aussi maths



Cours: *Bases:* Polyèdres, Programmation linéaire en nombres entiers, Flots, Branch and Bound, Programmation dynamique stochastique; *Outils avancés:* programmation semi-définie.

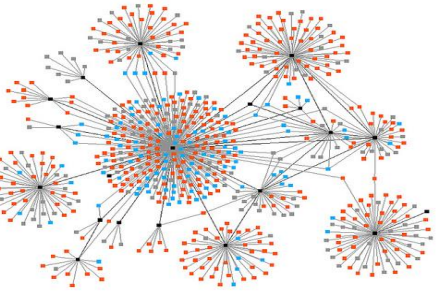
Débouchés: 4A pro ou PhD track: [Berkeley](#), [Columbia](#), [Cornell](#), [MIT](#), [Montreal](#), [TU-Berlin](#), [TU-Munchen](#), [ETH Zurich](#), France: [Master Optim IPP & Paris Saclay](#), [COCV/Math model \(Paris 6\)](#), [MPRO](#).

[Air France](#), [EDF](#), [Orange](#), [Bouygues](#), [RTE](#), [SNCF](#), ... et des startups ont des groupes spécialisés en RO/Optimisation.

NB: [Projets d'approfondissement industriels ou recherche](#), option.

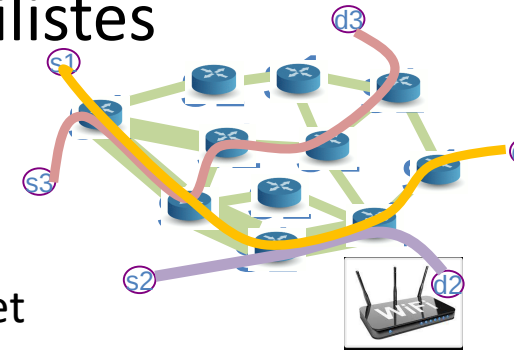
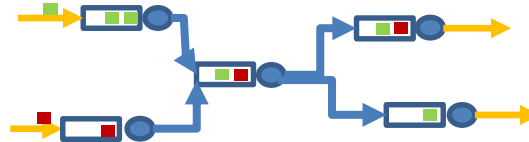
Équipe: S. Gaubert (CMAP/INRIA), X. Allamigeon (CMAP/INRIA), E. Gourdin (Orange), F. Meunier (ENPC).

Réseaux sociaux et de communication: modèles et algorithmes probabilistes



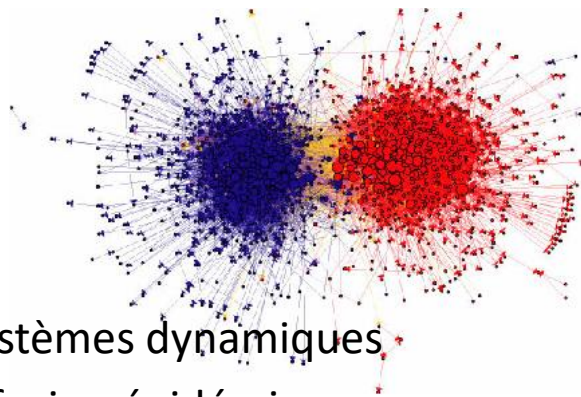
Motivations:

- Gestion des transmissions dans: réseaux sans fil, routeurs, Internet
- Propagation de rumeurs dans les réseaux sociaux et «viral marketing »
- Algorithmes épidémiques ou de « gossip » (réseaux pair-à-pair, de capteurs)
- Structure des réseaux (de petit monde, en communautés, en loi de puissance): son impact, comment l'inférer

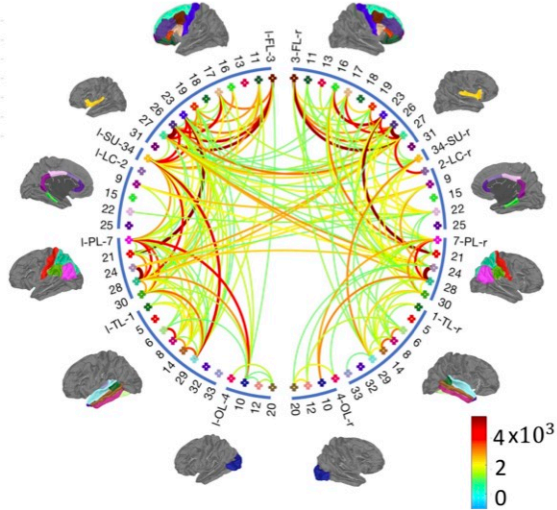


Cadre mathématique:

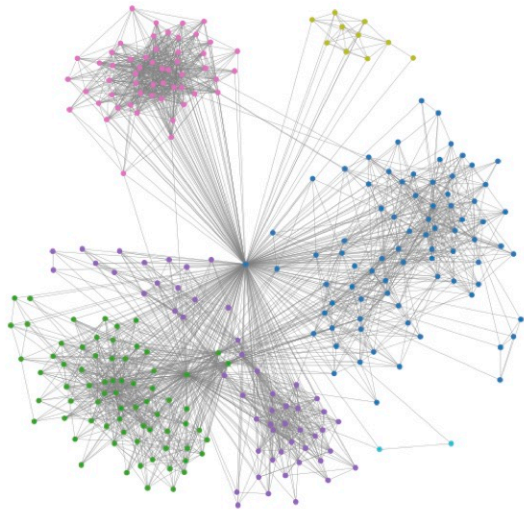
- Chaînes de Markov et leur stabilité
- Optimisation convexe, stabilité de systèmes dynamiques
- Graphes aléatoires, processus de diffusion épidémique
- Algorithmes spectraux de détection de communautés
- Processus de Poisson et de Markov à temps continu, files d'attente



MAP569: Advanced Statistical Learning



$$f(A) := -\frac{1}{2\pi i} \oint_{\gamma} f(z) R_A(z) dz$$

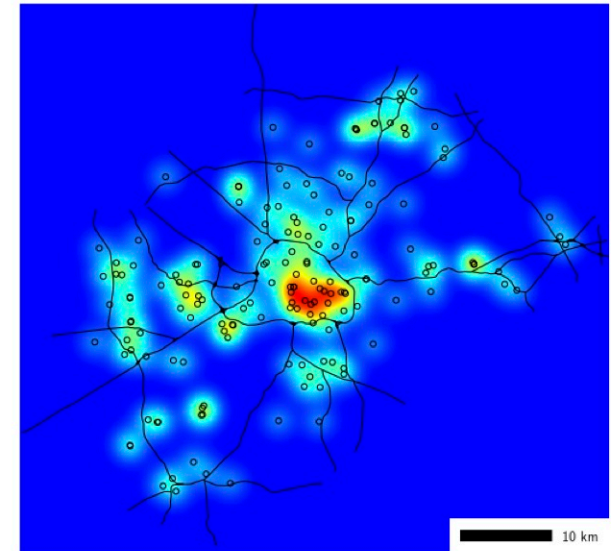


	Genomic sequences (HA1 protein)	Serologic data (HI tables)																														
Data level	>A/USSR/90/1977 QDLPGNDNSTATLCLGHHAVPNG >A/USSR/92/1977 QDLPGNDNSTATLCLGHHAVPNG >A/ARIZONA/14/1978 QDLPGNDNSTATLCLGHHAVPNG >A/BRAZIL/11/1978 QDLPGNDNSTATLCLGHHAVPNG >A/LACKLAND/3/1978 QDLPGNDNSTATLCLGHHAVPNG >A/CALIFORNIA/45/1978 QDLPGNDNSTATLCLGHHAVPNG >A/LACKLAND/7/1978 QDLPGNDNSTATLCLGHHAVPNG >A/INDIA/6263/1980 QDLPGNDNSTATLCLGHHAVPNG >A/CHILE/1/1983 QDLPGNDNSTATLCLGHHAVPNG >A/SINGAPORE/6/1986 QDLPGNENSTATLCLGHHAVPNG >A/TAIWAN/1/1986 QDLPGNDKSTATLCLGHHAVPNG ⋮ ⋮	<table><tr><th>Antigen</th><th>Antiserum</th><th>S₁</th><th>S₂</th><th>...</th><th>S_{k_r}</th></tr><tr><td>A₁</td><td></td><td>1280</td><td>1280</td><td>...</td><td>Miss</td></tr><tr><td>A₂</td><td></td><td>640</td><td>2560</td><td>...</td><td><20</td></tr><tr><td>...</td><td></td><td>...</td><td>...</td><td>...</td><td>...</td></tr><tr><td>A_{n_r}</td><td></td><td>Miss</td><td><20</td><td>...</td><td>320</td></tr></table> A₁ A₂ ... A_{n_r} Miss <20 ... 320 8 ...	Antigen	Antiserum	S ₁	S ₂	...	S _{k_r}	A ₁		1280	1280	...	Miss	A ₂		640	2560	...	<20	...		...	...	...	...	A _{n_r}		Miss	<20	...	320
Antigen	Antiserum	S ₁	S ₂	...	S _{k_r}																											
A ₁		1280	1280	...	Miss																											
A ₂		640	2560	...	<20																											
...		...	...	...	...																											
A _{n_r}		Miss	<20	...	320																											
Model level	Least square loss $\min_{\theta \in \mathbb{R}^{p \times k}} \frac{1}{2} \sum_{t=1}^k \sum_{i=1}^{N_t} \ y_{t,i} - x_{t,i} \theta_{\cdot,t}\ _2^2 + \lambda_1 \sum_{j=1}^p \ \theta_{\cdot,j}\ _2 + \lambda_2 \sum_{t=1}^k \sum_{i=1}^q w_i \ \theta_{G_i,t}\ _2 + \lambda_3 \sum_{t=1}^k \ \theta_{\cdot,t}\ _1$ Multi-task Feature group Sparse	Regularization																														

Topics:

- Linear Model
- Statistical Learning theory
- High-dimensional Statistics
- Unsupervised Learning
- Nonparametric Statistics

Theoretical Foundations and some applications



APM_51175_EP (ex MAP 575): Advanced probability topics (P1)

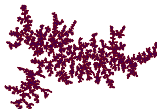
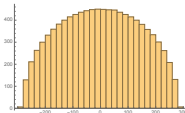
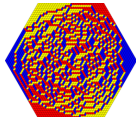
Instructor: **Igor Kortchemski** — *The course is delivered in English.*

↪ **Pedagogical goal:** provide a **deep understanding** of **modern probability theory** through the use of **measure theory**, and to see applications in different **models**.

↪ **Format:** “**flipped classroom**”, material to read at home every week; discussion of the material and exercise solving session in person.

↪ **Skills acquired:** mathematical strength, communication skills in English, synthesis capacity, teamwork, maturity and focus.

↪ **Examples of models:** percolation, random matrices, Brownian motion.



↪ **What for?** (1) forge **intuition** (2) see **nice results** (3) become familiar with concepts used in other 3A courses and later in M2 courses (4) have **solid foundations** to apply probability during a **PhD** or in **business** (a good understanding of probability theory is essential in order to be able to orient oneself in the world of applications and to innovate there).

↪ **Evaluation:** based on an **oral presentation** of a **research or overview article** on a model, done by **pairs**.



Numerus clausus quickly reached.





Modélisation, estimation, simulation des risques climatiques (APM_51177_EP)

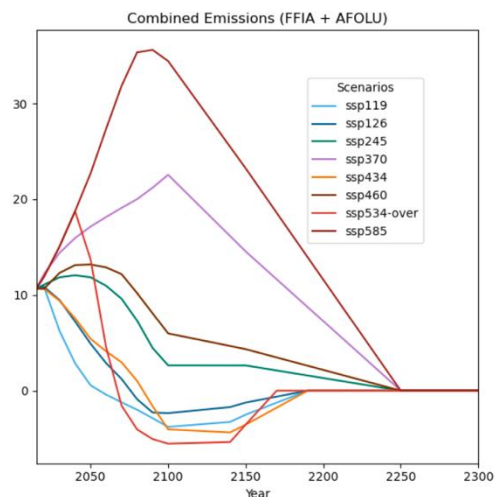
Emmanuel Gobet (coord.), Michael Allouche, Stéphane Girard, Gauthier Vermandel

Changement climatique

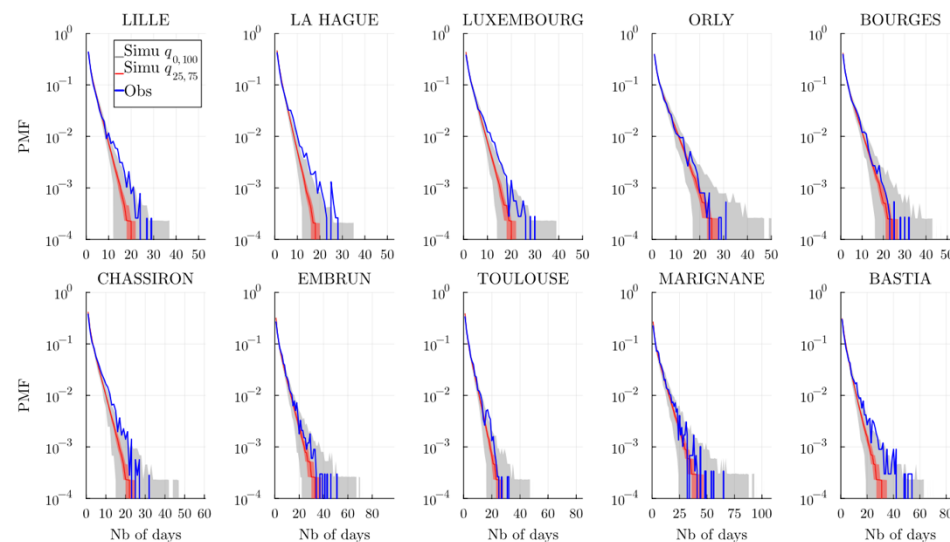
⇒ impact sur le monde économique et la société

⇒ Nouveaux risques

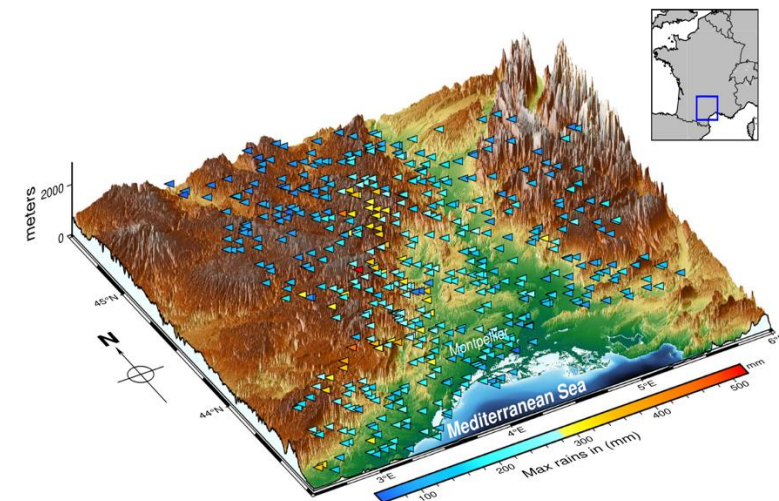
Objectif de cet EA: aborder ces risques, dans différentes situations pratiques, sous un angle modélisation mathématique et économique, estimation statistique, simulation numérique.



Scénarios d'émission CO2
(Shared Socio-economic Pathways)



Distribution des vagues de chaleur
venant un simulateur à base de Markov caché



Données de pluies dans les Cévennes



Modélisation, estimation, simulation des risques climatiques (APM_51177_EP)

Emmanuel Gobet (coord.), Michael Allouche, Stéphane Girard, Gauthier Vermandel

Contenu en 3 parties:

- a) **Modèles d'évaluation intégrée** (IAM en anglais) pour la modélisation économique intégrant le changement climatique, modèle de type DICE à la Nordhaus, modélisation du risque de transition.
- b) **Risque physique et valeurs extrêmes en météorologie**, applications à l'assurance récolte et plus généralement à l'agriculture.
- c) **Simulation de chroniques météo**, avec saisonnalité et dépendance spatiale, changement climatique. Apport de l'IA générative

Mots clés: systèmes dynamiques et résolution numérique, contrôle à temps discret, théorie des valeurs extrêmes, métriques de risque, dépendance dans les extrêmes, modélisation statistique, IA générative.

Ouvert aux PA:

- MAP
- SDE

Prérequis: en 2A, validation d'un cours de probabilités ou statistiques

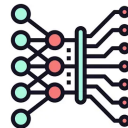
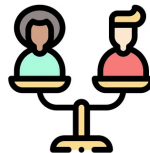
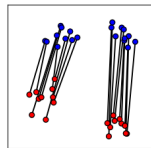
Période: P1

Pédagogie:

- Utilisation de data réelles (finance climatique, assurances, météorologues);
- Expérimentations à base de notebook python

Emerging Topics in Machine Learning P1/P2

Objectif: découvrir certains grands enjeux actuels de l'apprentissage



P1: APM_51178_EP, ex MAP 578

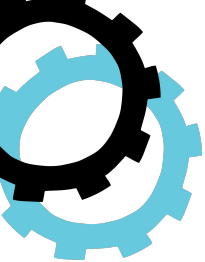
- Professors: A. Dieuleveut, M. El El-Mhamdi
- Topics:
 - Distributed and Federated Learning
 - Trustworthy AI

P2: APM_52188_EP ex MAP 588

- Professors: S. Gaucher, R. Flamary
- Topics:
 - Optimal Transport for ML
 - Algorithmic Fairness

Organisation:

1. Introduction au concepts (tutoriels, labs)
2. Projets en groupe, implémentation et présentation d'articles et de développements récents, puis présentation orale (travail de recherche supervisé).



ALGORITHMES ET PRINCIPES DE CONCEPTION LOGICIELLE POUR LES MATHÉMATIQUES APPLIQUÉES EN C++ MODERNE

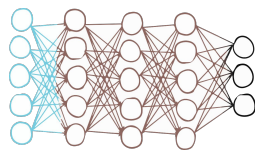
MAP 579

OBJECTIFS

- Comprendre la structuration complexe d'un logiciel scientifique et les briques élémentaires qui le constituent
- Etre capable de le faire évoluer rapidement tout en assurant sa maintenabilité, sa portabilité et son évolutivité

$$\rho \left(\frac{\partial v}{\partial t} + v \cdot \nabla v \right) = -\nabla p + \mu \nabla^2 v$$

(Note: The diagram includes labels 'm' and 'a' under the first term, and 'Expression' and 'Faisabilité' under the right side.)



POINTS FORTS

- Apprentissage par l'exemple
- Forte interactivité
- Rendre son code lisible
- Etude des performances



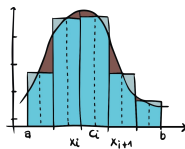
LOÏC GOUARIN



JOHAN MABILLE

MATÉRIELS

- Large panel d'algorithmes
- C++ moderne
- Notion de conception logicielle



OUTILS

- Jupyter notebooks
- VSCode



APM 52009

- ▶ Domaine de recherche récent basé sur l'apprentissage et l'analyse numérique
- ▶ Intégration naturelle des données dans la simulation numérique des EDPs
- ▶ Analyse numérique (Algèbre, EDPs, Optim) sous l'angle de l'apprentissage
- ▶ Premier cours de maths sur ce sujet à l'X (année #2)

Équipe pédagogique

Syllabus

Applications

Évaluation

Hadrien Montanelli

hadrien.montanelli@inria.fr

Samuel Kokh

samuel.kokh@cea.fr

Loïc Gouarin

loic.gouarin@polytechnique.edu



APM 52009

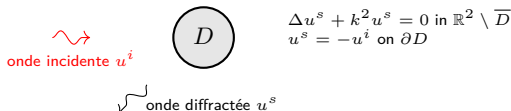
- ▶ Domaine de recherche récent basé sur l'apprentissage et l'analyse numérique
- ▶ Intégration naturelle des données dans la simulation numérique des EDPs
- ▶ Analyse numérique (Algèbre, EDPs, Optim) sous l'angle de l'apprentissage
- ▶ Premier cours de maths sur ce sujet à l'X (année #2)

Équipe pédagogique

Syllabus

Applications

Évaluation



1. Apprentissage : algorithmes et théorie ("MLPs", "CNNs")
2. Résolution d'EDPs par apprentissage ("PINNs")
3. Apprentissage d'opérateurs ("DeepONets", "FNOs")

APM 52009

- ▶ Domaine de recherche récent basé sur l'apprentissage et l'analyse numérique
- ▶ Intégration naturelle des données dans la simulation numérique des EDPs
- ▶ Analyse numérique (Algèbre, EDPs, Optim) sous l'angle de l'apprentissage
- ▶ Premier cours de maths sur ce sujet à l'X (année #2)

Équipe pédagogique

Syllabus

Applications

Évaluation

Modèle coûteux

Modèle résolu répétitivement

Modèle incomplet

Inversion du modèle

Dynamique moléculaire

Conception des matériaux

Combustion turbulente

Imagerie (radar et IRM)

APM 52009

- ▶ Domaine de recherche récent basé sur l'apprentissage et l'analyse numérique
- ▶ Intégration naturelle des données dans la simulation numérique des EDPs
- ▶ Analyse numérique (Algèbre, EDPs, Optim) sous l'angle de l'apprentissage
- ▶ Premier cours de maths sur ce sujet à l'X (année #2)

Équipe pédagogique

Syllabus

Applications

Évaluation

PCs avec des notebooks

Comptes-rendus des PCs (70%)

Mini-projet

Soutenance (30%)

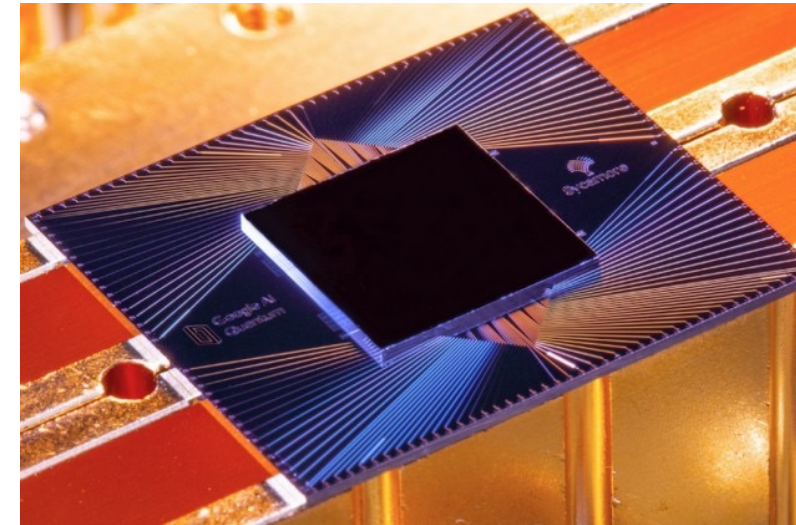


Topic: mathematics behind the recent fast progress towards realization of quantum processors?

Main actors: Academic groups (US, EU, China, Canada), private giants (e.g. Google, IBM, Amazon, Microsoft), startups (e.g. Pasqal and Alice&Bob in France)

Main features for mathematical modelling (richness and complexity):

1. **Schrödinger equation** replaces classical Newton's laws: qubits and quantum oscillators
2. **Entanglement** and **tensor product** for composite systems: model reduction and numerical methods, control and optimization, logical gates and state preparation
3. **Randomness** and **irreversibility** induced by measurements : stochastic systems, Markov chains, Martingales and their stability, quantum memory and error correction



Google's Sycamore quantum processor

OPTIMAL DESIGN OF STRUCTURES

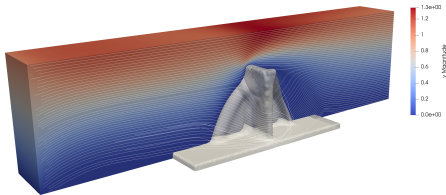
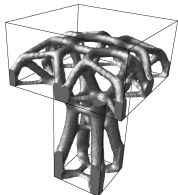
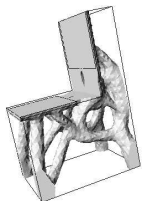
APM_52062_EP, G. ALLAIRE

Applications des outils de modélisation mathématique, de calcul numérique et d'optimisation à la conception de structures mécaniques.

Prérequis: un cours d'analyse numérique et/ou optimisation.

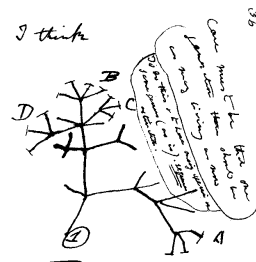
Cours/PC/TP intégrés en une seule séance de 4 heures.

Pas d'examen mais un contrôle continu sous la forme de scripts FreeFem à rendre toutes les semaines (voir page web du cours).



APM_52063_EP : cours de probabilités, sur les processus et modèles aléatoires en temps continu :

- processus markovien de sauts
- mouvement brownien et diffusions
- coalescence



Then between A & B. various
 sort of relation. C & B. the
 first predation, B & D
 rather greater distinction
 Then former would have
 formed. - binary relation

Questions :

Etude en temps long, prédiction ;
 approximation en grande population ;
 généalogies.

Notions biologiques abordées :

Division cellulaire, déplacement
 aléatoire, compétition, naissance et
 mort, contamination, mutation.

Cours de **Modélisation Statistique** (MAP565)

Mathieu Rosenbaum

Objectifs et contenu du cours

- Présenter un panorama rigoureux de techniques statistiques modernes permettant de répondre à des questions fondamentales de modélisation et d'estimation se posant en pratique.
- Séries temporelles linéaires et non linéaires, statistique des événements extrêmes, dépendances en grande dimension, statistique des processus à temps continu...
- Approche quantitative de la statistique, pas uniquement packages/toolbox.
- Mémoire sur données réelles obligatoire.
- Prérequis : cours de Statistiques de 2e année.
- Préparation notamment à : M2 en Statistiques, Data Science, Finance Quantitative.

The objective of this course is to show students **how statistics is used in practice to answer a specific question**, by introducing a series of important model-based approaches.

The students will learn to select and use appropriate statistical methodologies and **acquire solid and practical skills by working-out examples on real-world data sets** from various areas including medicine, genomics, ecology, and others.

All analyses will be conducted with the R software. No strong knowledge of R or programming is required (only basic scripting).

A website is available with tutorials and reproducible examples:
<https://znaulet.pages.mia.inra.fr/map566/>

1. Statistical tests (x2 sessions)
 - Two-populations comparison
 - Power analysis
 - Multiple Testing
2. Regression models (x2)
 - Linear and Non Linear Regression models
 - Nonlinear regression models
 - Inference Diagnostic, Model comparison
3. Mixed effects models (x2)
 - Linear mixed effects models
 - Nonlinear mixed effects models
4. Mixture models and model-based clustering (x1)
 - Gaussian mixture models for data clustering
5. To be determined (x1)

- Course Evaluation:
 - 1 homework assignment in group: report + oral evaluation
 - 1 final exam

- Course Language: English

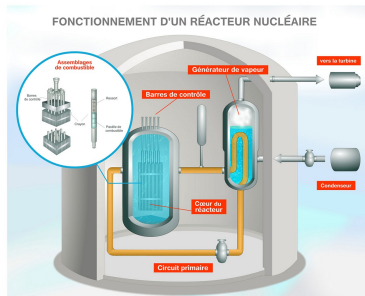
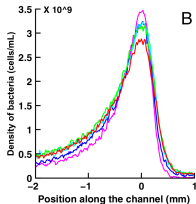
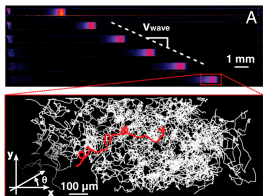
Transport et diffusion

MAP/MAT MDC_52067_EP, *F. Golse, T. Pichard; G. Raoul* (PC)

$$\partial_t f(t, x, \mathbf{v}) + \mathbf{v} \cdot \nabla_x f(t, x, \mathbf{v}) = \int f(t, x, \mathbf{v}') d\mathbf{v}' - f(t, x, \mathbf{v}),$$

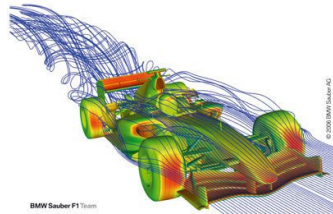
$$\partial_t n(t, x) - \sigma \Delta_x n(t, x, v) = 0.$$

- ▶ Equations cinétiques, équations paraboliques,
- ▶ Limites de diffusion,
- ▶ Algorithmes numériques.



Gestion des incertitudes et analyse de risque APM_52068_EP

Comment gérer les incertitudes dans les modèles et simulations numériques (en physique, en ingénierie, en épidémiologie, ...) ?



- ▶ **Sources d'incertitudes** : paramètres physiques, conditions environnementales, erreurs de fabrication et de mesure, erreurs de modèles.
- ▶ **Gestion des incertitudes** : quantifier la confiance en les prédictions et les décisions issues de modèles et simulations.
- ▶ Objectif du cours : présenter des méthodes permettant de modéliser, de caractériser et d'analyser les incertitudes.
↳ **Modélisation probabiliste.**

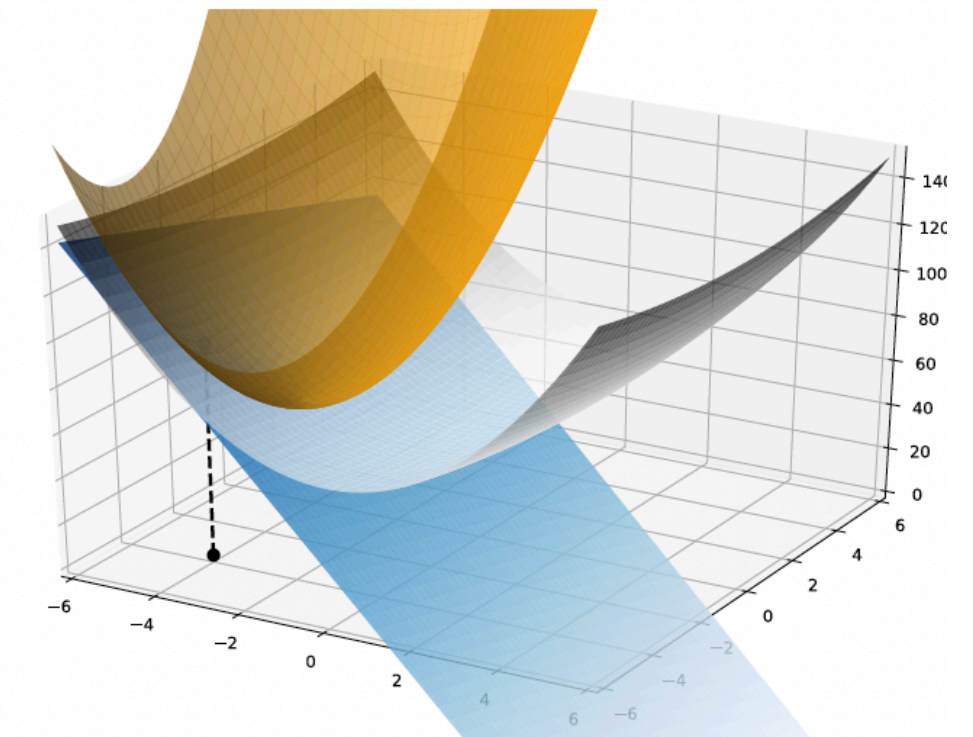
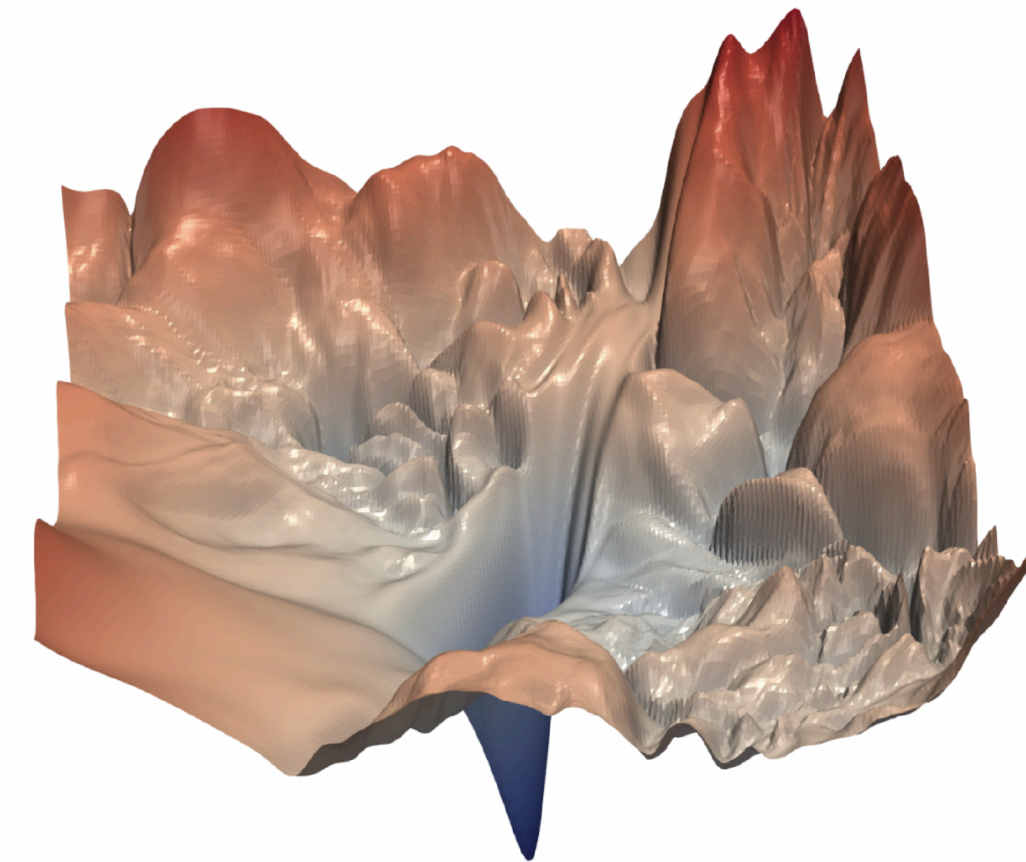
Optimization for AI

Professors: Luiz Chamon & Aymeric Dieuleveut

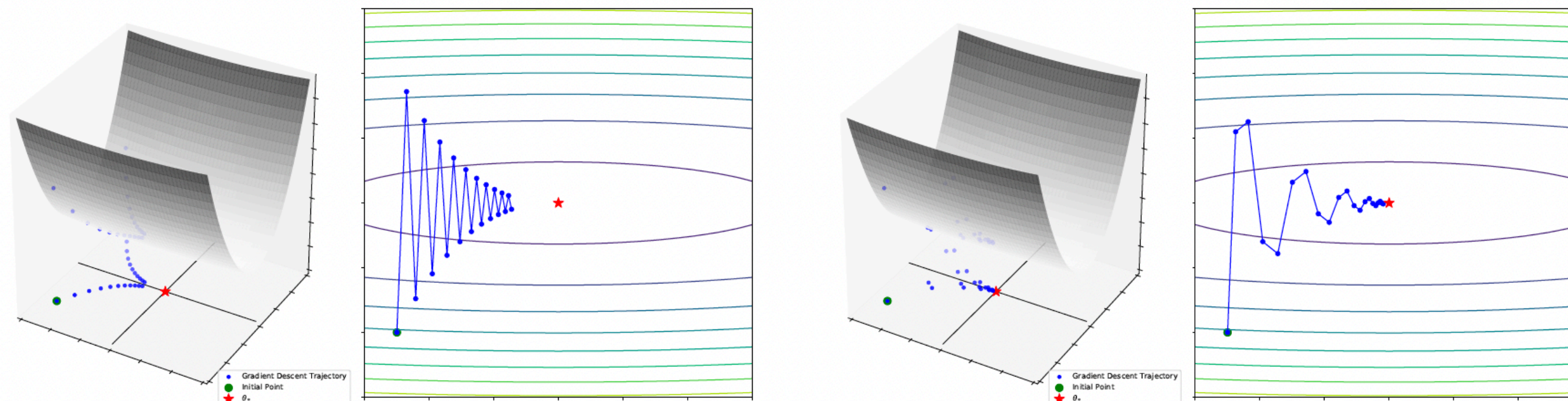
Period: P2

Contents: fundamentals of optimization for machine learning (ML) and artificial intelligence (AI).

- Stochastic Gradient Descent
- Advanced methods for Machine Learning
 - Variance reduction,
 - Adaptivity (Adam, etc.)
- Non-convex optimization



- Minimax optimization
- Constrained optimization
- Zero-th order methods
- Online optimization
- Distributed optimization



Bibliography:

- D. Bertsekas, *Convex optimization algorithms*.
- S. P. Boyd and L. Vandenberghe, *Convex optimization*.

Contrôle optimal et assimilation de données : de la théorie aux applications – Philippe Moireau & Hasnaa Zidani

Quelques exemples:

- ▶ Contrôle:
 - ▶ Trouver la trajectoire optimale pour échapper à la gravité terrestre et annuler la vitesse de l'engin spatial au contact de la surface lunaire;
 - ▶ Trouvez la trajectoire optimale qui maximise la charge utile pour être élevé sur une orbite géostationnaire;
- ▶ Estimation (dualité):
 - ▶ Estimer la trajectoire d'un cyclone en fonction des données recueillies pour construire un *jumeau numérique* prédisant sa trajectoire future;
 - ▶ Identifier un taux de reproduction d'un modèle épidémiologique SIR à partir de données d'hospitalisation
- ▶ Contrôle et observation: *Le garçon de café essayant d'imiter [...] on ne sait quel automate tout en portant son plateau [...] en le mettant dans un équilibre perpétuellement instable et perpétuellement rompu, qu'il rétablit perpétuellement d'un mouvement léger du bras et de la main. (J.P. Sartre, l'Être et le Néant)*

Nouveau cours – Cours de contrôle avancé en 2 Parties duales:

- ▶ Contrôle Optimal
 - ▶ Principe du Maximum de Pontryagyn, méthode de tir
 - ▶ Programmation dynamique, Equations de Hamilton-Jacobi-Bellman (solutions de viscosité, méthodes numériques);
 - ▶ Applications: Optimisation des trajectoires (véhicules autonomes, aérospatiale), biologie;
- ▶ Assimilation de données (Estimation Optimale)
 - ▶ Méth. variationnelles et séquentielles vues du contrôle optimal;
 - ▶ Ouverture vers le filtrage bayésien, l'estimation statistique;
 - ▶ Applications: Monitoring en santé, écologie;
- ▶ Prérequis: APM42035 ou APM42031 conseillés mais pas obligatoires, évaluation théorique et par projets, Numerus clausus (20 élèves)

MAP576 - Sujets émergents dans l'Apprentissage Machine (M. Lerasle et L. Massoulié)

- **But**: comprendre les outils mathématiques fondamentaux permettant d'analyser des algorithmes de ML.
- **2 parties**: minimisation du risque empirique et détection de communautés
- **Exemples de méthodes développées**: techniques de localisation, concentration de la mesure, méthodes spectrales, relaxation SDP.
- **Validation**: lecture d'articles (présentation en classe).
- **Bilan 2022-2023**: 27 inscrits (18 A, 9 B)



APM_52183_EP

Apprentissage profond de la théorie à la pratique

Deep learning: from theory to practice

Objectives: Learn how to **create and train deep learning models** using Pytorch.

- 1) Understand the main architectures for **vision** (CNNs), **time-series** (RNNs), **language** (Transformers) and **generative AI** (VAEs, GANs, diffusion models), and use them in practice.
- 2) Understand **how and why training works** (automatic differentiation, optimization theory).
- 3) Understand the **practical limitations** (unstabilities, adversarial attacks) and how to mitigate them.

Period: P2 (January – March)

Language: English or French

Pre-requisites: Basics of machine learning, probability theory and coding in Python

Validation: 3 homeworks + 1 group project

Classification

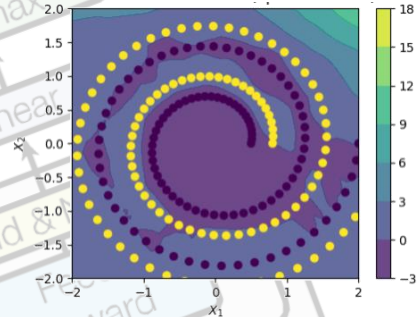
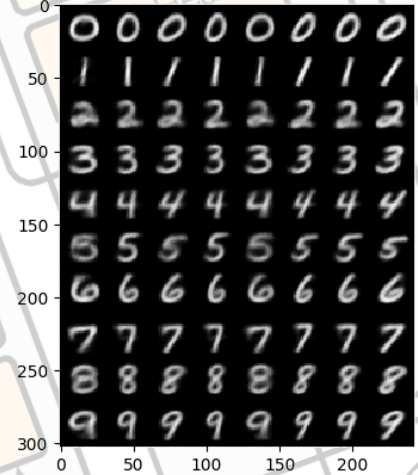


Image generation



Text generation

```
Julio
Those own keeps of the taffice ears.

CAPULET:
That sword howfe aid three and wantaged me,
That we London and majesty, alas; and this fater but give!

GREMIO:
The safels: I will desire:
Honour, would by royal general of spectiless sincely me,
Wan
```