

Projets d'approfondissement

du PA de Mathématiques Appliquées

Enseignants référents:

Stefano De Marco (jusqu'au 1/09/2018)

Giovanni Conforti (à partir du 1/09/2018)

24 mai 2017



Objectifs

- ▶ Initiation à la recherche & développement en mathématiques appliquées
- ▶ Projet motivé par les applications industrielles et/ou des questions de nature mathématique.

Objectifs

- ▶ Initiation à la recherche & développement en mathématiques appliquées
- ▶ Projet motivé par les applications industrielles et/ou des questions de nature mathématique.
- ▶ Durée : projet MAP511 sur P1, projet MAP512 sur P2, projet MAP513 sur P1+P2



- ▶ Projet en binôme

Thématiques I

1. Mécanique, physique, sciences de l'ingénieur
(*Marc Massot*)
2. Data science (*Erwan Scornet*)

>> Répartie en sous-thématiques

3. Optimisation et recherche opérationnelle
(*Xavier Allamigeon, Stéphane Gaubert*)
4. Modèles aléatoires pour la biologie et la physique
(*Vincent Bansaye, Lucas Gerin*)



Thématiques II

5. Mathématiques financières (*Thibaut Mastrolia*)

>> Répartie en sous-thématiques

6. Simulation Aléatoire (*Emmanuel Gobet*)

7. Automatique (*Ugo Boscain*)



Evaluation

- ▶ MAP511 : rapport + soutenance (40') à la fin de la P1
- ▶ MAP512 : rapport + soutenance (40') à la fin de la P2
- ▶ MAP513 : rapport + soutenance (40') à la fin de la P2
&
soutenance (30') à la fin de la P1
- ▶ Généralement, une seule note par binôme



Sujets

- ▶ Projets proposés et encadrés par des enseignants ou par des professionnels.
- ▶ Sujets **à choisir dans le catalogue**
 - en ligne sur les Moodles MAP511, MAP512 et MAP513

`https://moodle.polytechnique.fr/`

à partir de la fin de cette présentation



Choix des projets

Via le Moodle : soumettre dans l'**Assignement "Choix des projets"**

- ▶ 4 choix de sujets classés par ordre de préférence
- ▶ en indiquant le numéro de sujet (1.2, 3.4,...)
- ▶ dans au moins 2 thématiques différentes
- Une seule saisie par binôme suffit (indiquez clairement les noms des deux membres du binôme).



Choix des projets

Une règle additionnelle pour les thématiques **Data science** et **Mathématiques financières** :

- ▶ Si vous indiquez 3 choix dans l'une de ces thématiques, ils doivent être répartis sur au moins deux **sous-thématiques**.



Choix des projets

Une règle additionnelle pour les thématiques **Data science** et **Mathématiques financières** :

- ▶ Si vous indiquez 3 choix dans l'une de ces thématiques, ils doivent être répartis sur au moins deux **sous-thématiques**.

Par ailleurs

- ▶ Si vous êtes inscrits en MAP511 et en MAP512 : votre projet P1 et votre projet P2 devront porter sur deux thématiques différentes.



Choix des projets

Choix ouverts entre

le 24 mai et le 21 juin 2018 à 17h



Attribution des sujets

Les attributions seront faites pendant l'été

- ▶ Demandes reçues à l'heure et respectant les règles ci-dessus : traitées de manière égalitaire
- ▶ Pour les autres : traitées ensuite et par ordre d'arrivée



Déroulement

Une fois votre sujet attribué, **c'est à vous** de contacter l'enseignant responsable du sujet

avant la rentrée de la 3A

- ▶ Créneaux du mardi après-midi consacré au travail sur les projets/EA
- ▶ En pratique : modalités de travail (rencontres, fréquence,...) à adapter avec l'encadrant



Déroulement

Une fois votre sujet attribué, **c'est à vous** de contacter l'enseignant responsable du sujet

avant la rentrée de la 3A

- ▶ Créneaux du mardi après-midi consacré au travail sur les projets/EA
- ▶ En pratique : modalités de travail (rencontres, fréquence,...) à adapter avec l'encadrant

Bon travail à tous.



Référent : Thibaut Mastrolia thibaut.mastrolia@polytechnique.edu

- Prérequis : MAP552 Modèles stochastiques en finance.
- Projets proposés en P1 ou P1+P2
- Un projet en Mathématiques financières :
 - ▶ peut être un atout pour les candidatures en stage
 ↪ parler de son projet en entretien
- Sujets proposés par 9 enseignants du département MAP
(liste dans le catalogue)

Plusieurs **sous-thématiques** :

- **Valorisation et couverture d'options, méthodes numériques**

Volatilité stochastique, modèles "rough volatility", pricing et couverture model-free, estimation des risques, contrôle stochastique via réseaux de neurones.

- **Théorie des contrats et applications (incitation et régulation)**

Décarbonation de l'économie, systèmes en interaction, régulation de réseaux de distribution, market-making optimal.

- **Calibration de modèles**

Modèle hybride par méthode particulière

- **Délit d'initié**

- **Stratégies haute fréquence, microstructure des marchés**

Market impact, détection de choc sur données financières, estimation de la volatilité et modèle multifractal.

Projets d'approfondissement du PA MAP: Automatique

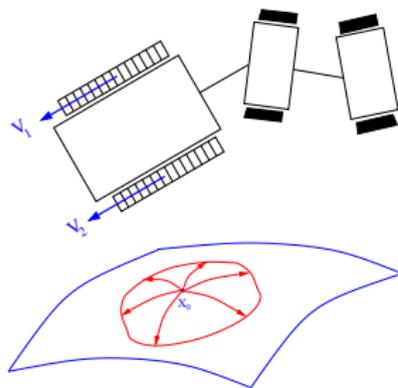
U. Boscain

(CNRS, CMAP, Ecole Polytechnique, Paris)

May 24, 2018

Automatic control: how to move in a space of big dimension with just few “controls”

example: car with trailers



Model: $\dot{x}(t) = f(x(t), u(t)), \quad x(0) = x_0$

Project 1: Time Optimal Control for a UAV Drone MAP 513

Project 2: Ensemble control of quantum systems MAP 513

**Project 3: Controlling a 2-level quantum mechanical system
MAP512/513**

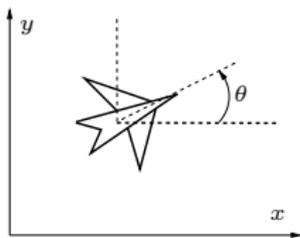
**Project 4: Stability of a damped oscillator under time varying
perturbations MAP512/513**

Project 1: Time Optimal Control for a UAV Drone

MAP 513

We consider an unmanned aerial vehicle (UAV) flying at a constant altitude (HALE type) that able to turn right and left with a minimal turning radius $r = 1/u_{\max}$. to provide a target supervision.

$$\begin{cases} \dot{x} = \cos \theta \\ \dot{y} = \sin \theta \\ \dot{\theta} = u(t). \end{cases}$$



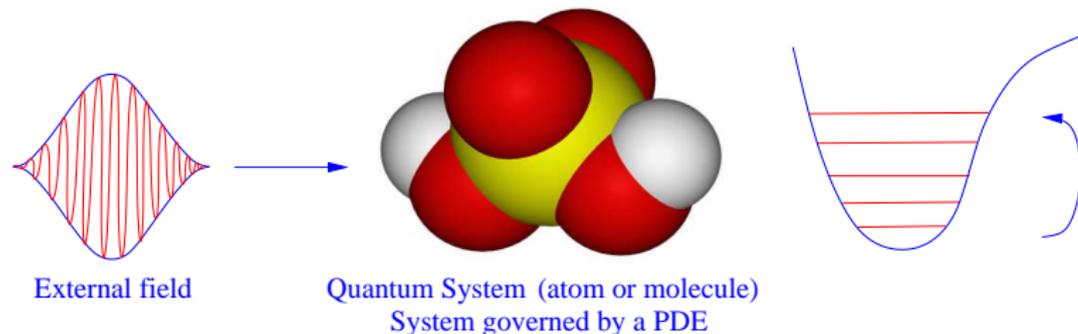
Here $u : [0, T] \rightarrow [-u_{\max}, u_{\max}]$ is the control variable.

The purpose here is to find the **time-optimal** trajectory tracking the UAV from its initial position (x_0, y_0, θ_0) to a circle of minimal radius centred on the target (that is assumed to be placed at the origin):

$$\mathcal{C} = \{(x, y, \theta) \mid x = r \sin \theta, y = -r \cos \theta\}.$$

Project 2 and 3: Controlling quantum systems

One of the main steps in quantum technology (e.g. in Nuclear Magnetic Resonance, photochemistry, laser spectroscopy) is the ability of inducing a transfer from a level to another in a quantum mechanical system, by means of external fields.



This problem amounts to control the Schroedinger equation

$$i\dot{\psi}(t) = (H_0 + \sum_k^m u_k(t)H_k)\psi(t),$$

Here we are considering Schroedinger equation in finite dimensional spaces ($\psi \in \mathbf{C}^n$, and H_0, H_k are Hermitian matrices)

Project 2: Ensemble control of quantum systems MAP 513

here we have to control a quantum system in which there is an unknown parameter (or equivalently a continuous of systems all controlled by the same control)

Project 3: Controlling a 2-level quantum mechanical system MAP512/513

here we study how to make a transfer in a 2 -level quantum system minimizing the energy necessary for the transition

Project 4: Stability of a damped oscillator under time varying perturbations MAP512/513

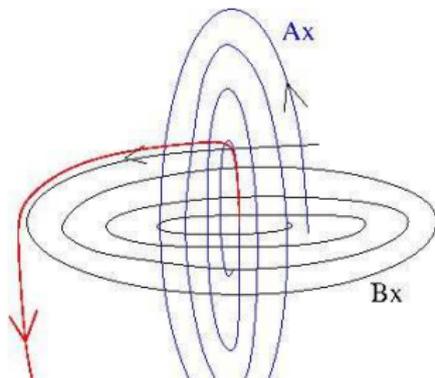
In engineering, one is often faced to the problem of studying the stability of a system subject to time varying perturbations. (As for instance in analog electronics or in the study of earthquake resistant structures.)

Here study the stability of a 2D system that can randomly switch among different asymptotically stable dynamics

$$\dot{x} = u(t)Ax + (1 - u(t))Bx,$$

where A and B are 2×2 Hurwitz matrices and $u : \mathbf{R} \rightarrow [0, 1]$ is a function describing the action of an external time varying perturbation.

Even if A and B determine two asymptotically stable dynamics, it may happen that the time varying system is not stable



Sujets data science

Ils sont répartis dans les trois sous-thématiques suivantes:

- ▶ Signal, image et séries chronologiques
- ▶ Réseaux et graphes
- ▶ Statistique et apprentissage

Questions

- ▶ Pour des questions génériques sur les projets data science, contacter Erwan Scornet (erwan.scornet@polytechnique.edu).
- ▶ Pour des questions sur un sujet spécifique, contacter directement l'enseignant chercheur responsable du sujet.
- ▶ Plus de détails dans le catalogue des sujets, disponible sur le moodle.

Signal, image et séries temporelles

Il est recommandé de suivre l'un des cours suivants pour travailler sur les projets proposés dans cette section:

- ▶ MAP555 - Signal processing
- ▶ MAP565 - Modélisation statistique

Sujets:

- ▶ Séparation de sources : l'analyse en composantes indépendantes
- ▶ Segmentation d'images
- ▶ Vocoder de phase
- ▶ Reconnaissance d'extraits musicaux
- ▶ Séparation d'un mélange instantané de sources indépendantes
- ▶ Prédiction d'une série temporelle localement stationnaire
- ▶ Volatilité conditionnelle localement stationnaire

Réseaux et graphes

Il est recommandé de suivre le cours suivant pour travailler sur les projets proposés dans cette section:

- ▶ MAP554 - Réseaux : contrôle distribué et phénomènes émergents

Sujets:

- ▶ Alignement de graphes
- ▶ Partitionnement de données structurées en graphes: modèles et algorithmes

Statistique et apprentissage

Il est recommandé de suivre l'un des cours suivants pour travailler sur les projets proposés dans cette section:

- ▶ MAP553 - The art of regression
- ▶ MAP569 - Machine learning II
- ▶ MAP566 - Statistics in action
- ▶ MAP573 - R pour les statistiques

Sujets:

- ▶ Prédiction de flux d'arrivées dans les services d'urgences de l'Île-de-France
- ▶ Analyse des données d'incidents des pompiers de Londres
- ▶ Analyse des données d'incidents de la Brigade des Sapeurs Pompiers de Paris

Statistique et apprentissage 2/2

Sujets:

- ▶ Régression logistique, volume de données et temps de calcul
- ▶ Minimisation du risque empirique pour des fonctions de perte non-convexe
- ▶ Apprentissage par renforcement profond
- ▶ Transformation de voix par apprentissage profond
- ▶ Estimer le nombre de copies de gènes avec des modèles de Markov cachés
- ▶ Big Data et Football
- ▶ Optimisation: approche stochastique en sciences des données
- ▶ Analyse en Composante Principale : théorie et applications
- ▶ Adaptation de domaines par transport optimal

Projets de Recherche opérationnelle

Xavier Allamigeon et Stéphane Gaubert

24 mai 2018

Les projets de RO

Projets donnés par des chercheurs d'industriels majeurs en RO ou d'autorités publiques:

- Air France
- EDF
- Orange Labs
- LocalSolver / Bouygues
- Préfecture de Police de Paris / BSPP / DSPAP

+ Projets donnés par l'équipe enseignante de RO.

Les projets de RO

Projets donnés par des chercheurs d'industriels majeurs en RO ou d'autorités publiques:

- Air France
- EDF
- Orange Labs
- LocalSolver / Bouygues
- Préfecture de Police de Paris / BSPP / DSPAP

+ Projets donnés par l'équipe enseignante de RO.

Les projets de RO

Projets donnés par des chercheurs d'industriels majeurs en RO ou d'autorités publiques:

- Air France
- EDF
- Orange Labs
- LocalSolver / Bouygues
- Préfecture de Police de Paris / BSPP / DSPAP

+ Projets donnés par l'équipe enseignante de RO.

Sujets industriels originaux, sur lesquels les équipes de l'industriel travaillent

Les projets de RO

Projets donnés par des chercheurs d'industriels majeurs en RO ou d'autorités publiques:

- Air France
- EDF
- Orange Labs
- LocalSolver / Bouygues
- Préfecture de Police de Paris / BSPP / DSPAP

+ Projets donnés par l'équipe enseignante de RO.

Sujets industriels originaux, sur lesquels les équipes de l'industriel travaillent

Rendez vous sur place: Air France près d'Orly, EDF sur le plateau, Orange Labs à Chatillon, LocalSolver à Paris, BSPP/PP Pt de Champérêt et Cité.

Les projets de RO

Projets donnés par des chercheurs d'industriels majeurs en RO ou d'autorités publiques:

- Air France
- EDF
- Orange Labs
- LocalSolver / Bouygues
- Préfecture de Police de Paris / BSPP / DSPAP

+ Projets donnés par l'équipe enseignante de RO.

Sujets industriels originaux, sur lesquels les équipes de l'industriel travaillent

Rendez vous sur place: Air France près d'Orly, EDF sur le plateau, Orange Labs à Chatillon, LocalSolver à Paris, BSPP/PP Pt de Champéret et Cité.

Projet recherche (plus théorique).

Département de RO ([Isabel Gomez](#)). Sujet donnés par le groupe opérations ([Benoît Robillard](#)) et optimisation du revenu ([Marine Le Touzé](#)).

- plusieurs sujets autour l'optimisation de la branche cargo (revenue management, optimisation du placement dans un avion, optimisation du transport entre CDG et AMS)
[Magdalena Kociolek](#) et [Agathe Kieny](#)
- optimisation du dimensionnement des personnels au sol à CDG
[Hanane Allaoua](#) et [Blaise Brigaud](#)

Département OSIRIS - optimisation - ([Ghislain Hallel](#))

- optimisation de vallées hydrauliques
[Pascal Benchimol](#)
- construction d'un jeu optimisé de tarifs pour un opérateur de réseau d'électricité, [Riadh Zorgati](#), [Clémence Alasseur](#)

Éric Gourdin et Mustapha Bouhtou

- décomposition géographique pour des problèmes de localisation, [Eric Gourdin](#)
- construction d'une infrastructure distribuée optimale, [Eric Gourdin](#)
- optimisation des slices dans les réseaux 5G, [Mustapha Bouhtou](#)

LocalSolver

Filiale de Bouygues spécialisée dans l'optimisation ([Frédéric Gardi](#))

- accélération algorithmique de parcours de graphes pour l'optimisation numérique
[Julien Darlay](#) et [Simon Boulmier](#)
- génération de bornes inférieures
[Julien Darlay](#) et [Simon Boulmier](#)

Centre d'appels d'urgence 112-17-18 BSPP, PP

X. Allamigeon, S. Gaubert, pb posé par Régis Reboul (cabinet du préfet) et LcL Stéphane Raclot.



Optimisation temps réel de la conduite du nouveau centre d'appel 17-18-112, porte de Champérêt.

Traitement unifié 112-17-18, avec filtrage par un niveau 1 d'opérateurs. Plus robuste (cf. 13 Nov.), mais possibilité de congestion croisées.

Déplacements Pte de Champérêt ou PP Cité

Projets académiques

- “Barrières exotiques” et complexité de la programmation linéaire, [Xavier Allamigeon](#), [Stéphane Gaubert](#), X et INRIA
- Functions determined by the modulus of their derivative, [Aris Daniilidis](#), Université du Chili et X
- Behaviour of λ -curves, [Aris Daniilidis](#), Université du Chili et X

Les sujets avec des **maîtres de projets extérieurs** à l'X demandent spécialement **du travail** et de la **rigueur** (rythme de rendez-vous).

Remplir les demandes sur le moodle comme pour les autres disciplines, et (fortement recommandé):

brief mail expliquant votre choix à Xavier.Allamigeon@inria.fr et Stephane.Gaubert@inria.fr

N'hésitez pas à nous contacter pour plus d'informations sur les sujets.

Merci à tous !