

Parcours de troisième année en Ingénierie Mathématique



SOD

Sciences de l'Optimisation et des Données

Pierre Carpentier
Unité de Mathématiques Appliquées
`pierre.carpentier@ensta-paris.fr`

ENSTA Paris

Novembre 2020

Présentation du parcours

Le parcours **SOD** est le parcours de troisième année en **Ingénierie Mathématique** dédié à l'étude de l'**optimisation** (sous ses différentes formes : continue, combinatoire, dynamique, stochastique), du **contrôle**, ainsi que de leur mélange avec les **statistiques** (**machine learning** et **sciences des données**)

- **optimisation** : optimisation en variables continues (permettant le calcul de sensibilité : gradient),
- **recherche opérationnelle** : optimisation en variables discrètes (même problématique que dans le cas continu avec des outils différents),
- **contrôle** (ou commande) : même problématique que l'optimisation, sur des systèmes dynamiques et avec un point de vue plus qualitatif,
- **sciences des données et machine learning** : mélange entre optimisation, statistique et informatique.

Prérequis :

- majeure en Mathématiques Appliquées,
- mineure en Ingénierie Mathématique fortement recommandée,
- intérêt marqué pour les cours d'optimisation et de statistiques.

Le but du parcours **SOD** est de former des ingénieurs de type R&D dans les domaines de l'**optimisation** et des **sciences des données**. Ceci passe par une formation approfondie en Mathématiques Appliquées permettant de concevoir et d'utiliser des **modèles mathématiques sophistiqués** pour des systèmes extrêmement variés.

Cette ambition scientifique explique le fait que les élèves suivant ce parcours le couplent souvent avec un **M2 en Mathématiques Appliquées**, à choisir parmi les M2 suivants de l'Institut Polytechnique de Paris : *Data Sciences, MVA, MPRO, Optimization, COSI*. L'**admission** en M2 n'est pas de droit et il faut donc candidater (et être accepté) !

À noter : beaucoup d'étudiants à l'issue du parcours continuent leur formation en **thèse** afin d'acquérir une véritable **expertise scientifique**, pour des emplois aussi bien industriels qu'académiques.

Le parcours est aussi **largement ouvert** aux étudiants ne souhaitant pas faire de M2 en parallèle. Il faut alors le **compléter** par quelques cours scientifiques à choisir en dehors du parcours.

Les **débouchés** historiques du parcours **SOD** sont les **départements de R&D** de grandes entreprises comme EDF, Air France, MBDA et Thalès ou encore Google, et aussi des PME spécialisés comme Artelys et Eurodécision, ainsi que des start-ups innovantes.

De par sa **pluridisciplinarité**, il est aussi un parcours de choix pour les élèves attirés par les métiers du **conseil** et de l'audit.

Enfin, les débouchés dans le domaine des **sciences des données** sont aujourd'hui si **diversifiés**, allant du secteur bancaire au secteur médical en passant par l'ensemble des domaines de l'industrie et des services, qu'il n'est pas facile de faire un résumé des emplois qui sont proposés dans ce domaine.

Il est important de rappeler que, dans la plupart des entreprises, tenir un premier poste technique ne bloque pas une évolution ultérieure vers un poste plus généraliste.

Le parcours **SOD** est accessible en profil **Recherche et Innovation (RI)**, **Ingénierie et Conception (IC)** ou **Entrepreneuriat et Intrapreneuriat (EI)**, et est constitué

- d'**enseignements de parcours de spécialisation** (24 ECTS), **sans possibilité d'aménagement** des cours le constituant,
- d'**enseignements de profil** (11 ECTS) choisis dans les programmes de 3ème année de l'ENSTA et des établissements d'IP Paris.

Le parcours **SOD** en profil RI est programmé en étroite collaboration avec les M2 qui lui sont associés, avec des objectifs communs de formation, ce qui permet la poursuite d'un **double cursus ENSTA/M2** sans déroger aux principes énoncés ci-dessus. La **validation** du parcours de l'ENSTA se fait **indépendamment** de celle du M2.

Les **projets de thèse** des élèves du parcours s'inscrivent en général dans la **continuité** du profil RI. Il est aussi possible d'accompagner en thèse quelques étudiants dont le projet n'entre pas dans le cadre donné ci-dessus (parcours « doctorat »).

Déclinaison standard du parcours

Le parcours **SOD** a vocation à accueillir des étudiants à **profil IC et EI**.

Les étudiants suivent alors la totalité des cours du parcours :

Sigle	Intitulé	ECTS
SOD311	<i>Optimal control of ODEs (Part 1)</i>	1.5
SOD312	<i>Markov decision processes : Dynamic Programming (Part 1)</i>	1.5
SOD313	<i>Optimisation des grands systèmes</i>	1.5
SOD314	<i>Optimisation non différentiable et méthodes proximales</i>	1.5
SOD321	<i>Optimisation discrète</i>	1.5
SOD322	<i>Recherche opérationnelle et données massives</i>	1.5
SOD323	<i>Théorie de la complexité</i>	1.5
SOD324	<i>Méta heuristiques</i>	1.5
SOD331	<i>Identification pour l'automatique</i>	1.5
SOD332	<i>Geometric control</i>	1.5
SOD333	<i>Filtrage bayésien optimal et approximation particulière</i>	1.5
SOD334	<i>Séries chronologiques non linéaires</i>	2

Afin d'arriver aux 24 ECTS d'enseignements de parcours de spécialisation, il faut **compléter** ce cursus avec des **cours scientifiques**, à trouver dans les offres de formation de l'ENSTA ou de ses partenaires de l'IP Paris.

Déclinaisons spécifiques du parcours

Le parcours **SOD** comporte aussi d'autres **déclinaisons**, ayant chacune une coloration scientifique spécifique et s'appuyant sur un M2 d'IP Paris :

- déclinaison « Sciences des Données » ↔ M2 Data Science,
- déclinaison « Vision et Apprentissage » ↔ M2 MVA,
- déclinaison « Recherche Opérationnelle » ↔ M2 MPRO,
- déclinaison « Optimisation » ↔ M2 Optimization,
- déclinaison « Organisation et Stratégie » ↔ M2 COSI.

Chaque déclinaison a ses **enseignements de parcours de spécialisation**, provenant environ pour moitié de cours ENSTA et pour moitié de cours M2. Ces cours sont **nommément désignés et tous obligatoires**.

Les **enseignements de profil** de chaque déclinaison sont à choisir parmi l'offre résiduelle de cours ENSTA et M2 associé.

Il convient de noter que l'accès aux M2 associés au parcours n'est pas de droit. Certains de ces M2 sont extrêmement sélectifs...

Comme les déclinaisons spécifiques du parcours **SOD** s'appuient sur certains **M2** d'IP Paris, suivre l'une de ces déclinaisons passe par une inscription dans le M2 associé, ce qui permet de **valider** une partie significative des enseignements du M2.

Cependant, pour **valider** le M2 il est en général nécessaire de valider des **cours supplémentaires** dans le M2 , soit une **charge de travail additionnelle** à ne pas négliger.

Suivre un **double cursus ENSTA/M2** est bien sûr un objectif réaliste ! Cela conduit à une **troisième année bien remplie** par un nombre élevé d'obligations de cours, et donc **une année très enrichissante**.

Pour les étudiants intéressés par la **poursuite de leur scolarité en thèse**,¹ le passage par un M2 ouvrent des possibilités et des contacts nombreux.

1. et beaucoup d'étudiants découvrent cette voie en troisième année et la suivent...

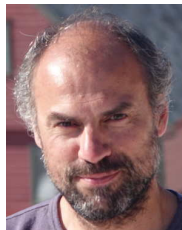
Responsables du parcours SOD et correspondants de M2

Zacharie Ales



M2 Data Sciences

Frédéric Jean



M2 MVA

Sourour Elloumi



M2 MPRO

Pierre Carpentier



M2 Optimization