

Rapport

Table of Contents

Contexte	1
Modélisation Simulation Optimisation (MSO)	1
Signal et Image	2
Calcul Haute Performance (HPC)	3
Traitement et fouilles des données	3
Cemosis	4

Contexte

Aujourd'hui les mathématiques sont présentes dans de nombreux secteurs que ce soit l'industrie, la finance, la robotique, les télécommunications, la santé ou bien d'autres encore.

Cette diversité est ce qui fait sa force, les débouchés à la suite d'un cursus en mathématiques sont supérieures aux autres études et le fait de pouvoir travailler avec d'autres disciplines en fait un de ses principales atouts, car oui un mathématicien ne travaille pas seul.

Cette présence est justifiée par le fait que les mathématiques sont plus ou moins essentielles au développement des nouvelles technologies et technologies clés. Cependant, cette importance n'est presque pas ou peu visible pour la plupart des gens. Même si les entreprises se rendent compte de l'utilité des mathématiciens pour leur développement, un problème subsiste pour elles ainsi que pour n'importe qui d'autre. Tout cela est dû à un manque de visibilité dans la formation en mathématiques et cela dès le collège/lycée.

Pour la plupart des collégiens/lycéens, il est difficile de savoir vers quels métiers peuvent déboucher des études en mathématiques et ce que l'on y fait. De même pour les entreprises qui, du à un manque de lisibilité des plaquettes des cursus en étude supérieur, ne savent pas qui recruter. Le phénomène est encore plus important dans les TPE qui ne possèdent pas de pôle de Recherche et Développement.

Mais malgré ces points négatifs, des solutions commencent à voir le jour et la visibilité des mathématiques va s'en voir grandement impacter. Tous ces points ont été relevé par une étude d'AMIES : EISEM.

Dans cette étude 5 domaines des mathématiques sont évoqués : * Traitement du signal et analyse d'images. * Data mining. * Modélisation Simulation Optimisation (MSO). * Calcul Haute Performance (HPC). * Sécurité des systèmes d'informations et Cryptographie. Pour la suite, nous allons nous intéresser aux 4 premiers domaines qui composent le Master CSMI de l'Université de Strasbourg.

Modélisation Simulation Optimisation (MSO)

La modélisation consiste en la traduction d'un problème réel sous forme de formules mathématiques. Ces problèmes peuvent être présent dans différents domaines comme la physique, la biologie, la finance, la médecine.

Une fois l'étape de modélisation terminée, on passe à la simulation. Le but de simulation va être la mise en situation du problème afin de trouver une solution. L'optimisation va elle permettre d'utiliser le meilleur modèle possible, celui s'adaptant au mieux aux problèmes considérés. Par exemple optimiser la qualité d'un objet ainsi que son coût.

La MSO (modélisation simulation optimisation) est présente dans de nombreux projets comme par exemple :

- L'automobile, afin d'étudier les matériaux à utiliser en considérant le rapport qualité prix ou encore étudier la déformation d'une voiture durant un accident. Simuler le crash d'une voiture est moins coûteux que de réellement lancer une voiture contre un mur.

[voiture] | *img/voiture.png*

- L'aéronautique, où il faut par exemple étudier l'impact d'un flux d'air sur les ailes d'un avion.

[avion] | *img/avion.jpg*

- L'imagerie médicale, qui est un domaine où vont se mélanger traitement du signal et de l'image et MSO, afin de reconstituer le corps humain ou bien certaines parties. Cette reconstitution peut être utile pour la détection de tumeur par exemple.

[imagerie medicale] | *img/imagerie-medicale.png*

La MSO fait appel à des compétences en mathématiques et informatique comme : * Analyse numérique. * Optimisation. * Résolution d'EDP. * Calcul parallèle. * Programmation.

Signal et Image

Le traitement du signal et de l'image permet d'analyser, de traiter et d'interpréter des signaux. On peut trouver cette discipline dans de nombreux domaines comme la télécommunication, l'imagerie ou l'audio.

Le traitement du signal sert par exemple à analyser des sons afin d'utiliser leurs propriétés, comme pour les radars qui permettent de déterminer la position, l'angle ou la vitesse d'un objet à l'aide d'onde radio. L'IRM en imagerie médicale fait aussi appel à cette discipline.

Il est possible de modifier les propriétés d'une image, on peut appliquer un contraste, détecter les bords ou la compresser.

[lana original] | *img/lana-original.png*

Figure 1. Image originale

Image après compression

Image::img/lana-compresse.png[]

Exemple du radar :

Le radar va envoyer une onde radio qui va se propager autour de lui, puis ces ondes vont être réfléchies sur les objets aux alentours et ainsi permettre au radar de les localiser. Les radars entraînent une nouvelle problématique où le traitement du signal va de nouveau intervenir : Comment rendre un objet invisible sur le radar ?

[radar] | *img/radar.png*

Le traitement du signal et de l'image fait appel à différentes notions mathématiques et informatique comme : * Algèbre linéaire. * Transformées de Fourier. * Analyse numérique. * Probabilités. * Statistiques. * Algorithmique. * Programmation.

Calcul Haute Performance (HPC)

Le calcul haute performance fait appel aux supercalculateurs pour résoudre des problèmes nécessitant une grande puissance de calcul, elle se mesure en FLOPS (floating-point operation per second).

[tgcc curie] | *img/tgcc_curie.jpeg*

Figure 2. Supercalculateur Curie

Le calcul haute performance est par exemple utilisé dans les prévisions météorologiques. Les calculs vont permettre d'obtenir une simulation des futurs changements météorologiques et ces calculs sont possibles en analysant toutes les données venant des stations météorologiques, des navires ou des satellites.

[avion] | *img/avion.jpg*

Le calcul haute performance fait face à des contraintes techniques : * Les besoins en électricité d'un supercalculateur sont importants.

- Les supercalculateurs ont besoin d'une alimentation de qualité.
- Les deux points précédents impliquent une chaleur importante générée par le supercalculateur, il est donc impératif d'avoir un système de refroidissement.

Le calcul haute performance est utilisé dans différents domaines que ce soit en modélisation, simulation et optimisation ou bien en traitement du signal et de l'image.

Traitement et fouilles des données

[data mining] | *img/data_mining.jpg*

Le traitement et la fouille des données consistent en l'extraction d'informations d'une base de données afin de les exploiter. Ce domaine a commencé à prendre de l'ampleur avec l'évolution des nouvelles technologies, d'internet et d'objets de plus en plus connectés.

Les données vont par exemple, dans le cadre du marketing, permettre de mieux cibler une clientèle. Cela peut servir dans le publipostage afin d'avoir un nombre de retours positifs plus important en envoyant les offres promotionnelles aux personnes les plus susceptibles d'être intéressées. On peut aussi retrouver le traitement et la fouille des données dans le secteur des banques et des assurances, afin de déterminer les clients sans risque pour proposer des offres adaptées, permettre d'avoir un prêt ou un crédit.

Ces deux exemples utilisent la technique de scoring, elle permet de donner un score à un client ou un client potentiel en fonction de différentes données. Cependant le traitement et la fouilles des données ne se limite pas à ça, ils peuvent aussi servir à définir des modèles prédictifs sur la propagation d'une épidémie ou à utiliser les données déjà récoltées afin de déterminer ce qui a pu provoquer l'épidémie.

[images] | *img/images.png*

Le traitement et la fouille de données utilisent différentes connaissances en mathématiques comme : * Probabilités. * Statistiques. * Algorithmique.

Cemosis

Cemosis (Centre de Modélisation et de Simulation de Strasbourg) a été créé en 2013, il est composé de chercheurs et d'ingénieurs de l'IRMA ainsi que de collaborateurs extérieurs. Son but est de promouvoir la visibilité des mathématiques. Pour cela Cemosis travaille avec d'autres disciplines telle que la physique et la santé avec des projets comme TONUS et Vivabrain, ainsi qu'avec des entreprises régionales et nationales sur des projets comme celui avec l'entreprise Gazomat.

Pour cela, Cemosis travaille sur de nombreux projets inter-disciplinaires comme le projet TONUS (Tokamak and numerical simulations), il a pour but l'étude de la production d'énergie à l'aide de la fusion nucléaire au sein d'un tokamak. C'est un projet très important dans le développement d'ITER(International Thermonuclear Experimental Reactor).

[Tokamak] | *img/Tokamak.jpg*

Un autre exemple de projet est Vivabrain, qui lui est en lien avec la médecine. L'objectif est de permettre aux médecins de mieux comprendre les problèmes cérébrovasculaires (AVC, Alzheimer, ...) en générant et simulant le fonctionnement des vaisseaux sanguins du cerveau humain.

[vivabrain 1] | *img/vivabrain-1.jpg*

Cemosis cherche aussi à augmenter les interactions entre chercheurs et entreprises, et plus particulièrement pour les PME et PMI qui n'ont pas accès aux mêmes ressources que les grandes entreprises. Ceci est illustré par le projet en lien avec la PME Gazomat. Lors de ce projet la température, autour d'une diode servant à la détection de gaz, est étudiée afin de vérifier le bon fonctionnement du dispositif de détection de fuite de gaz lors de changement de température.

[lazer] | *img/lazer.png*

Tout ces aspects ont pour objectif final d'augmenter la visibilité sur l'impact des résultats de la recherche en modélisation, et plus généralement des mathématiques, dans nos vies.