

LE MEMBRE MSO-AURA DU RÉSEAU MSO NATIONAL

FRANÇOIS BOUCHON, ARNAUD GUILLIN, EMMANUEL MAITRE, VÉRONIQUE MAUME-DESCHAMPS

ABSTRACT. Le membre MSO-AuRA (Modélisation, Simulation, Optimisation en région Auvergne Rhône-Alpes) du réseau MSO national regroupe trois structures régionales (à Clermont-Ferrand, Grenoble et Lyon - Saint-Etienne). Nous présentons ci-dessous l'origine de la création de cette structure, et des exemples de collaborations industrielles qui ont vu le jour dans son cadre.

La genèse de l'entité MSO-AuRA (Modélisation, Simulation, Optimisation en région Auvergne Rhône-Alpes) se retrouve dans le développement de MaiMoSiNE à Grenoble et de plusieurs collaborations entre entreprises et des laboratoires de Grenoble et Lyon. Elle réunit maintenant trois structures régionales (à Clermont-Ferrand, Grenoble et Lyon - Saint-Etienne). Nous présentons deux exemples de collaborations réalisées dans ce cadre.

1. HISTORIQUE : MAIMO SiNE

La Structure Fédérative de Recherche (SFR) MaiMoSiNE a été créée à Grenoble en 2010 à l'initiative de Stéphane Labbé, avec pour objectif d'être un guichet d'accès aux actions de modélisation et simulation de l'Université ainsi qu'une vitrine des recherches réalisées dans ce domaine. Soutenue par le CNRS, Grenoble INP et l'Université Grenoble Alpes (UGA), la structure est organisée en trois pôles, *Hôtel à Projets*, *Animation Scientifique* et *Logiciels et HPC*.

Le pôle *Hôtel à Projets* a développé au cours des ces dernières années une compétence reconnue dans le domaine de la collaboration avec les entreprises, notamment en direction des TPE/PME/ETI, ce qui s'est concrétisé par une trentaine de contrats industriels. Ces contrats ont été passés entre les entreprises et Floralis, la filiale de droit privé de l'UGA. Un acteur essentiel dans cette interaction a été l'AMIES, qui par son programme PEPS a permis à nombre de TPE/PME d'investir dans un projet de collaboration axé sur la modélisation et la simulation, afin d'optimiser son activité.

Les ressources ainsi dégagées ont permis de financer en partie le pôle *Animation Scientifique*, piloté par Laurence Viry, qui a eu un rôle central dans le développement de la structure. En effet, en soutenant les actions de modélisation et les collaborations interdisciplinaires autour des mathématiques dans la communauté universitaire, celui-ci a contribué à sensibiliser les chercheurs d'autres disciplines à la simulation et à ses outils.

Enfin, le pôle *Logiciels et HPC*, désormais en collaboration avec l'UMS GRICAD, s'est concentré sur l'ouverture des moyens de calcul vers les entreprises mais aussi aux équipes universitaires en proposant des expertises ou des formations en collaboration avec le pôle *Animation Scientifique*. Christophe Picard, son responsable, a été très actif dans la mise en place de la plateforme SiMSEO (<http://simseo.fr> la *simulation au service de l'entreprise*), pilotée par GENCI et TERATEC et qui soutient l'investissement des PME en modélisation et simulation. Grâce à ce programme, trois entreprises régionales ont pu accéder à cette expertise en 2017, et ceci par deux fois dans le cadre d'une collaboration MaiMoSiNE avec des équipes universitaires de Lyon.

C'est dans ce contexte que MaiMoSiNE a accueilli avec grand intérêt l'initiative d'AMIES et de l'INSMI de structurer nationalement les contributions locales naissantes sous la forme du réseau MSO, qui a vocation à faciliter le partage de compétences régionales.

2. MSO-AuRA

Préfigurant en quelque sorte la mise en place de MSO-AuRA, la cellule relation entreprises de l'Institut Camille Jordan (ICJ), devenue VaLSEM (Valorisation Lyon - Saint-Etienne en Mathématiques) et MaiMoSiNE ont collaboré pour la mise en place en 2015 du FUI LUG2 (outiLs modUlaireS efficients d'imaGerie acoustique). Ce projet, qui a démarré effectivement en 2017, retenu à l'appel *Usine du Futur* du pôle de compétitivité Minalogic est porté par l'entreprise MicrodB. Il vise à développer une nouvelle génération d'antennes acoustiques pour identifier, localiser et quantifier précisément les sources de bruit. Les principaux enjeux scientifiques sont d'améliorer la localisation des sources et le traitement

des données, de réaliser une imagerie 3D. Le projet réunit trois PME de la région AuRA (MicroDB, Terabee, Rtone) et quatre laboratoires (Institut Camille Jordan, Laboratoire Jean Kuntzmann, Laboratoire d'Informatique de Grenoble, Laboratoire des Vibrations Acoustiques).

Avec la création du réseau MSO en 2017, est apparu l'intérêt de regrouper sous un même membre MSO les trois structures régionales :

- MaiMoSiNE (Grenoble),
- MMSA (Maison de la Modélisation et de la Simulation en Auvergne à Clermont- Ferrand),
- et VaLSEM (Lyon - Saint-Etienne).



MSO-AuRA devient ainsi un portail régional Mathématiques - Entreprises qui vise à renforcer la visibilité des relations mathématiques entreprises au niveau régional tout en garantissant une gestion de proximité. En particulier, chaque élément de MSO-AuRA a sa propre gestion financière des contrats. L'intérêt de cette maison commune réside en un partage des contacts et des sollicitations d'entreprises, en la mise en commun de moyen et en la force de réponse commune à des appels régionaux, nationaux et européens. MSO-AuRA permet aussi le déploiement au niveau de la région Auvergne Rhône-Alpes du programme SiMSEO.

MaiMoSiNE devrait devenir une SFR multi-tutelles UGA-GINP-UCBL-UCA qui assurera le support administratif de MSO-AuRA et permettra la mise en œuvre et le développement de programmes communs comme SiMSEO, sans avoir à passer par des contrats de sous-traitance comme c'est le cas actuellement.

3. EXEMPLES DE RÉALISATIONS

3.1. ARPEGE MASTER K : une entreprise de pesage à la pointe de l'innovation (Grenoble/Lyon). Arpège Master K est une entreprise de Saint-Priest, près de Lyon, acteur de premier plan du pesage industriel. Dans ce secteur industriel cette PME se démarque par son offre plaçant l'innovation et la R&D en avant, et c'est dans ce contexte que son directeur, M. Fossi, s'est adressé à MaiMoSiNE par l'intermédiaire de Philippe Béliard, notre interlocuteur chez Floralis. Lors d'une visite sur site, nous avons écouté la problématique industrielle, avec comme expert Julien Jacques, Professeur au laboratoire ERIC de l'Université Lyon 2. Après diagnostic, il a pu proposer une réponse à la demande de l'entreprise, en collaboration avec Irène Gannaz, maître de conférences à l'INSA et membre de l'Institut Camille Jordan. Le résultat de ce travail, encadré contractuellement par Floralis et soutenu par le dispositif SiMSEO, s'est concrétisé par un rapport scientifique et un code implémenté en langage R. Les quelques lignes ci-dessous sont tirées du rapport remis à l'entreprise.

Arpège Master K dispose de ponts de pesée munis de 6 capteurs. Ces dispositifs permettent d'enregistrer les poids mesurés simultanément par les capteurs au cours du passage d'un véhicule sur le pont. La maintenance de ce système nécessite la détection précoce de capteurs défaillants, ou de la dérive de la mesure de capteurs fonctionnant, due par exemple à l'ensablage du pont.

Un premier travail a été d'identifier la période de pesage : en effet, de par la configuration des capteurs ceux-ci ne sont pas activés simultanément lors de la mise en place du camion. La courbe de pesage présente une période qui correspond à la pesée, et il s'agit d'identifier ce plateau (Figure ??). La montée en charge a été représentée par un modèle linéaire par morceaux avec instants de rupture à identifier. Des techniques de clustering et des tests du rapport de vraisemblance maximale ont permis de juger de la significativité des différences entre clusters.

Concernant les défauts à identifier, des procédures d'alerte ont été développées pour détecter l'instabilité d'un capteur, des écarts de mesure trop importants entre deux capteurs en vis-à-vis ou au milieu et aux extrémités (voir Figure ?? gauche). L'équipe a ainsi mis en œuvre une méthode détectant une variabilité des mesures d'un capteur trop élevée en comparaison de celle des autres, un problème de pont vrillé, ou des anomalies de pesée sur les capteurs centraux (Figure ??).

3.2. TRELLEBORG : dispositifs pour l'extraction pétrolière off-shore (Clermont-Ferrand). Trelleborg est une entreprise Suédoise spécialisée dans la production de polymères industriels, flexibles et caoutchoucs. Le centre de Clermont-Ferrand a parmi ses activités la conception et la production de flexibles destinés à l'extraction pétrolière en eaux profondes. Le dimensionnement de ces

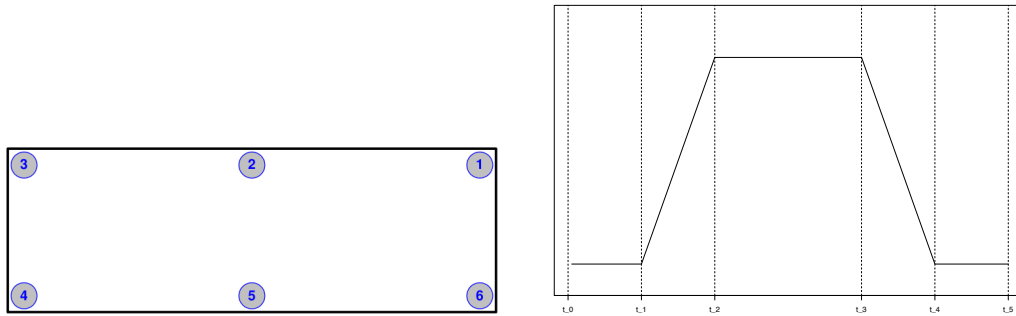


Figure 1. Position des capteurs sous le pont et évolution théorique d'une pesée.

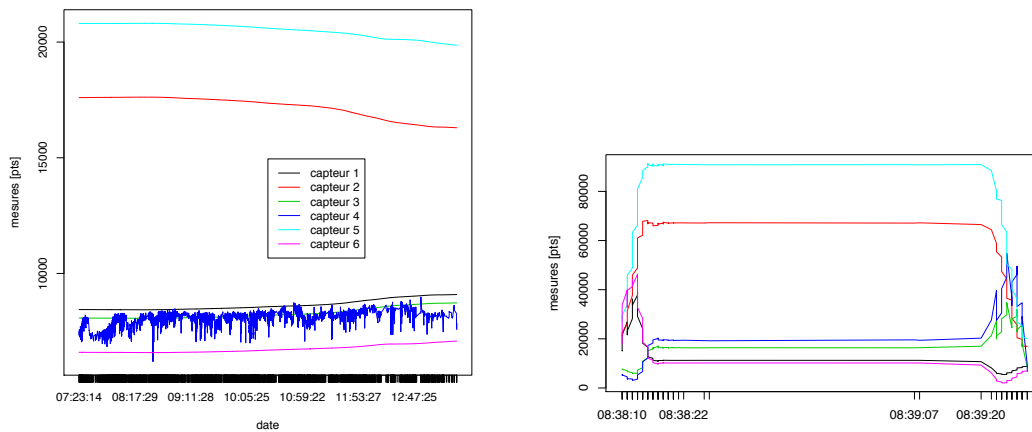


Figure 2. Instabilité d'un capteur (gauche) et différence de mesure entre capteurs centraux et capteurs placés aux extrémités.

flexibles est une étape cruciale afin d'en assurer l'efficacité et la stabilité. Les ingénieurs étudient ces phénomènes de manière expérimentale, mais aussi en recherchant des modèles mathématiques et des méthodes numériques adaptées.

Les ingénieurs de Trelleborg se sont ainsi rapprochés de chercheurs de l'équipe EDPAN (Équations aux Dérivées Partielle & Analyse Numérique) du Laboratoire de Mathématiques Blaise Pascal de l'Université Clermont Auvergne et de la MMSA, pour étudier ces modèles mathématiques. Des travaux récents suggèrent que la vitesse de déplacement de l'extrémité du dispositif est solution d'une équation aux dérivées partielles ayant pour paramètres un certain nombre de grandeurs physiques dont la vitesse du fluide dans le flexible. La stabilité du système est alors liée aux valeurs propres des opérateurs associés à cette EDP.

La recherche numérique des valeurs propres peut être faite en discrétisant ces opérateurs, l'un des intérêts mathématiques consiste à étudier dans quelle mesure les résultats obtenus dépendent de la méthode de discrétisation choisie. La société est intéressée par cette étude mathématique et par la réalisation d'un code de calcul permettant de caler les paramètres pour obtenir un dispositif stable, et plus précisément de déterminer pour quelles valeurs de la vitesse du fluide ces valeurs propres vont rester dans le demi-plan $Re(\lambda) < 0$ (Figure ??).

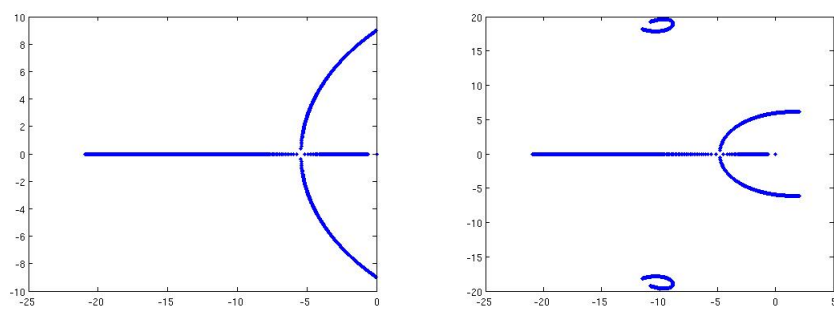


Figure 3. Localisation des premières valeurs propres d'un opérateur différentiel d'ordre 4, pour différentes valeurs de vitesse du fluide.