

# Analyse de schémas numériques d'intégration temporelle pour les simulations aux grandes échelles avec des méthodes spectrales discontinues d'ordre élevé

## Contexte de l'étude

L'objectif historique d'un industriel c'est de réduire les coûts de production ou développement d'un produit. Or l'un des postes de dépense le plus importants dans le développement d'un projet ce sont les essais. Le but d'un industriel est donc de réduire le plus possible le nombre d'essais. C'est pourquoi depuis plusieurs années l'utilisation de logiciel de simulation sont de plus en plus utilisés.

Ces logiciels doivent modéliser le plus fidèlement possible les phénomènes physiques. Dans ce projet notre client s'intéresse à la dynamique des fluides et cherche donc à résoudre les équations de Navier-Stokes. Les logiciels résolvants ce type de problème sont dit « Computational Fluid Dynamics » soit CFD, ils cherchent à résoudre un problème du type :

$$\frac{\partial W}{\partial t} + \frac{\partial F(W)}{\partial x} = 0$$

Ce type de problème doit se résoudre spatialement et temporellement. Aujourd'hui beaucoup de recherches ont été effectuées sur la résolution du problème spatial ils sont donc très performants. Cependant peu d'investigation sur la résolution de la partie temporelle ont été effectuée. C'est ce qui limite à l'heure actuelle les performances globales des logiciels de CFD. C'est donc principalement ce qui motive notre client.

## Travail et résultats

Des investigations sur de nouvelles méthodes de résolution temporelles, dites « Exponentielles » ont été faites. Le travail effectué a montré qu'il y avait un réel intérêt quant à l'utilisation de ces nouvelles méthodes par rapport aux méthodes usuelles. Notamment les problèmes linéaires sont résolus parfaitement en un seul pas de temps par les méthodes exponentielles à la précision machine près. Elles permettent donc une réduction considérable du temps de calcul. Lorsqu'elles sont appliquées sur des problèmes à des équations aux dérivées partielles elles restent plus performantes que les méthodes classiques.

Ces méthodes ont besoin de calculer une exponentielle de matrice qui est un calcul lourd en numérique. Néanmoins des investigations sur les espaces de Krylov ont permis de montrer qu'on pouvait encore diminuer le temps de calcul de ces méthodes.

## Organisation

L'équipe s'est naturellement divisée en deux « sous-équipe ». Car l'enjeu de ce projet porte sur l'implémentation de nouvelles méthodes mais aussi sur la réalisation du couplage avec le solveur de la partie spatiale. Sinon cela n'a aucun intérêt pour les problématiques de notre client.

Etant un sujet principalement informatique il était important de pouvoir travaillé simultanément sur un même fichier, sans que les changements apportés par un collaborateur impact le travail fait par un second. C'est pourquoi nous avons utilisés la plateforme GITHUB qui gère très bien ce type de problématique.

La mise en place des outils de gestion de projet comme les diagrammes de PBS, WBS, et Gantt nous ont permis de palier très vite à des aléas du projet. Comme les demandes supplémentaires du client avec le Gantt on savait directement si c'était réalisable ou non dans le temps impartis du projet.