



## Les techniques CFD

Dr GUERRI Ouahiba

Maitre de recherche A

Directrice de la Division Energie Eolienne

E-mail : o\_guerri@cder.dz

### Qu'est-ce que c'est?

La CFD ou, Computational Fluid Dynamics, pourrait se traduire par Simulation Numérique de la Dynamique des Fluides.

### Pour simuler quoi ?

On peut simuler des phénomènes de transferts de chaleur et de masse et autres phénomènes tels que les réactions chimiques. Ces phénomènes sont régis par les équations de Navier Stokes.

### Comment ça marche?

Pour des écoulements simples tels que l'écoulement stationnaire dans un tube circulaire ou celui de la couche limite sur une plaque plane, les équations de Navier Stokes sont directement intégrées et résolues par méthode analytique. Il s'agit de Méthodes Locales.

Dans le cas général, une méthode de discrétisation est appliquée pour l'approximation des équations différentielles. Ces dernières sont remplacées par des équations algébriques qui sont résolues par méthode numérique. Un maillage est généré dans un domaine d'étude qui entoure l'obstacle considéré (aile, avion, voiture, hélice, ...) ou un domaine délimité par le contenant du fluide. Les équations algébriques sont résolues pour chaque nœud du maillage. Le plus souvent, une méthode itérative est appliquée. Les calculs sont exécutés à l'aide d'un code CFD.

En pratique, les simulations CFD s'effectuent en trois étapes: pre-processing, solver et post processing. Au cours de la première étape, «pre-processing», on construit la géométrie et on définit le domaine d'étude. Le maillage est ensuite généré à l'intérieur de ce domaine. Ensuite, on spécifie les propriétés physiques du fluide et on choisit les modèles à appliquer, l'algorithme de calcul, les méthodes d'interpolation et autres schémas. La deuxième étape, «Solver», c'est la phase de calcul, ou de résolution des équations algébriques. La troisième et dernière étape, «post-processing», c'est la phase de traitement et d'interprétation des résultats.

### Applications de la CFD

Elles sont très nombreuses. On peut citer celles de:

- L'aérodynamique,
- L'hydrodynamique,
- Des turbomachines,
- Du génie électrique pour le refroidissement des machines et autres micro - circuits électroniques,
- Du bâtiment : chauffage/ventilation ou action du vent sur les structures,
- De la médecine : circulation du sang,
- Etc.

### Pourquoi fait on de la CFD ?

Sur les figures 1 et 2, on peut visualiser quelques résultats de calculs CFD que l'on peut obtenir.

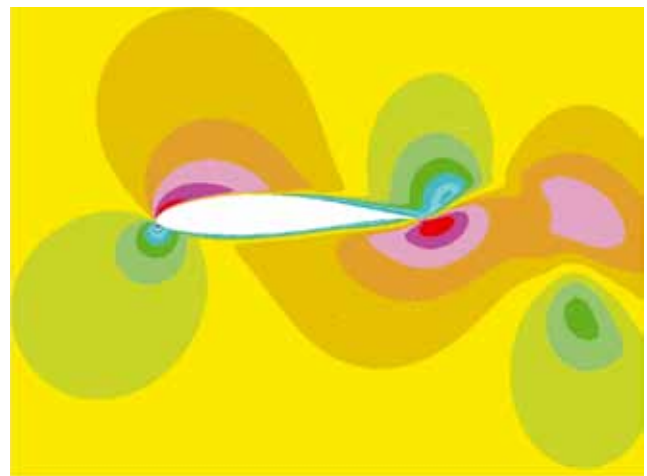


Figure 1. Structure de l'écoulement autour d'un profil d'aile

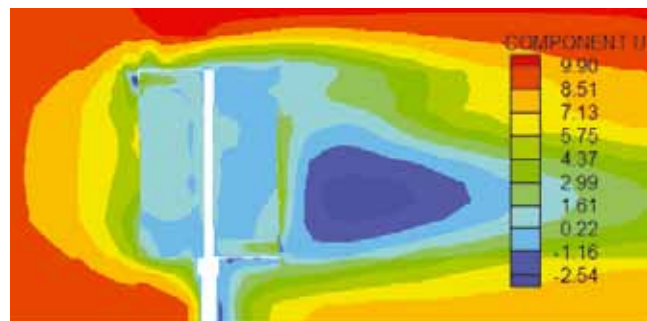


Figure 2. Structure de l'écoulement autour d'un rotor d'éolienne à axe vertical

La connaissance de l'écoulement autour d'un profil d'aile (figure 1) nous permet d'estimer les forces aérodynamiques exercées par le fluide sur les pales [Guerra et al, 2006]. Les simulations de l'écoulement autour d'une éolienne (figure 2) ont permis d'estimer le couple fourni par l'éolienne en rotation [Guerra et al, 2007].

La simulation numérique de la dynamique des fluides (ou technique CFD) est actuellement un passage obligé avant tout développement de dispositifs dont le fonctionnement est lié à la circulation d'un fluide. Comparées aux essais expérimentaux, les méthodes numériques permettent de faire plus de simulations avec la possibilité de faire varier plus de paramètres et de configurations à moindre coût. Et même si les essais expérimentaux sont toujours nécessaires notamment pour valider les simulations numériques, la CFD a permis de réduire le nombre d'essais des nouveaux dispositifs. Elle est donc devenue un outil indispensable pour le développement de la recherche et de l'industrie.

### Est ce que les techniques CFD peuvent remplacer les essais expérimentaux?

Avec la CFD, on peut faire plus de simulations avec la possibilité de faire varier à moindre coût plus de paramètres et simuler différentes configurations. Mais des résultats expérimentaux sont nécessaires pour valider les calculs CFD.

### Les nouvelles méthodes: POD

Les approches CFD ont un grand nombre de degrés de liberté et les temps de calculs sont très longs. Aussi, dans le but de réduire le temps de calcul, de nouvelles techniques de simulation numérique telles que les techniques de réduction des modèles (ou ROM/POD) sont développées.

Les techniques ROM/POD permettent de fournir des descriptions qualitatives précises de la dynamique des systèmes à un coût de calcul beaucoup plus faible que le modèle numérique original et de fournir un moyen par lequel la dynamique du système peut être facilement identifiée.

Au Centre de Développement des Énergies Renouvelables, ces techniques sont développées pour l'étude et la conception des systèmes de conversion des énergies renouvelables. Des journées d'études sont également organisées autour de ces thématiques.

### Références

- O. Guerra, A. Sakout and K. Bouhaded Simulation of the Fluid Flow around a rotating Vertical Axis Wind Turbine, Wind Engineering, vol. 31, N° 3, pp. 149-163, 2007.
- O. Guerra, K. Bouhaded and A. Harhad Turbulent Flow Simulation of the NREL S809 airfoil, Wind Engineering, vol. 30, N° 4, pp. 287-302, 2006.

## Les PNR ÉNERGIES

Parmi les 34 Programmes Nationaux de Recherche (PNR) lancés par la Direction Générale de la Recherche Scientifique et du Développement Technologique, sous tutelle du Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique, trois Programmes sont directement liés à l'énergie:

- PNR 9: Énergie et Techniques nucléaires
- PNR 10: Énergies Renouvelables
- PNR 11: Hydrocarbures

Ces trois PNR impliquent 407 enseignants chercheurs et 117 chercheurs permanents dans 136 projets qui portent sur les préoccupations actuelles du secteur économique. Il est à noter que 41 de ces projets sont domiciliés à l'EPST CDER. Les 95 autres projets sont domiciliés dans 2 unités de recherche et 73 laboratoires universitaires.

Sept autres PNR comprennent également des thématiques de recherche en relation avec l'énergie :

- PNR 1: Agriculture, Alimentation, Forêts, Espace Naturels et Ruraux. *Domaine 8 : Milieux Physiques, Climat et Agriculture, Axe 4 : valorisation des énergies renouvelables*

- PNR 4: Environnement et Promotion du Développement Durable. *Domaine 2: Programme Ecotechnologies et Développement Durable*
- PNR 6: Exploration et Exploitation des Matières Premières. *Domaine 2 : Exploration et exploitation des Hydrocarbures*
- PNR 7: Valorisation des Matières Premières et Industries. *Axe1 : Valorisation des matières premières « hydrocarbures »*
- PNR 13: Technologies Industrielles. *Axe 3 : Développements de procédés concourant à la réduction de l'utilisation de l'énergie par l'industrie*
- PNR 19: Transport. *Domaine 1 : Moyens de Transport et Domaine 3 : Sécurité des Transports et Environnement (Axe 6: Transport écologique)*
- PNR 34: Développement des Régions Arides, Semi-arides, Montagneuses et Lutte Contre la Désertification. *Domaine 5: Aménagement, Réhabilitation, Restauration de la Biodiversité Des Milieux. Axe 2 : Implication des énergies renouvelables dans la préservation des écosystèmes*