

Le calcul numérique au service de l'eau

Ex-Vivendi, Veolia Environnement réalise un chiffre d'affaires de plus de 36 milliards d'euros à travers quatre métiers : l'eau, les transports, l'énergie et la propreté. Sa division R&D VERI regroupe plus de 450 chercheurs sur trois sites distincts. Rencontre avec Thomas Thouvenot du département Modélisation et Technologie de l'Information pour découvrir le poids du calcul numérique dans le domaine du traitement de l'eau.

Codes propriétaires Vs codes libres

Evidemment la mécanique des fluides est omniprésente dans les activités de simulation menées par le département Modélisation et Technologie de l'Information de Thomas Thouvenot. Le calcul numérique est utilisé pour modéliser et analyser les équipements de traitement ou de transport de

C'est un chef de projet passionné qui nous fait visiter les locaux du centre de Recherche de Maisons-Laffitte, l'une des unités de R&D de Veolia Environnement. Laboratoires expérimentaux et installations pilotes de traitement de l'eau y côtoient un centre de calcul récemment doté d'un tout nouveau serveur de calcul. Cet investissement de plus de 180 000 euros permet à Thomas Thouvenot et à son équipe de mettre en œuvre confortablement une large panoplie de codes de calcul. Cette concentration de moyens autorise une véritable complémentarité entre l'aspect prédictif de la simulation numérique et son aspect validation sur maquettes (lorsque cela

est possible) ou sur pilotes à l'échelle 1. Et puis, la disponibilité d'installations industrielles complètement

instrumentées permet de « nourrir » les codes de calcul de données physiques réelles.



Le traitement de l'eau, une activité majeure de Veolia Environnement sur des projets de grande ampleur, exemple ce clarificateur de plusieurs dizaines de mètres de diamètre.

l'eau, soit dans le cadre de nouveaux projets, soit en vue d'améliorer des installations existantes. L'une des particularités des travaux menés repose sur les différences d'échelles mis en jeu. Du plus petit, avec une étude des écoulements au sein du Twister par exemple, un appareil vendu au particulier permettant de caractériser le goût de l'eau à la sortie du robinet, au plus grand avec l'analyse d'écoulements turbulents de fluides non newtonien au sein d'installations de décantation de plusieurs centaines de mètres carrés.

Les ingénieurs utilisent des outils développés par Ansys, CD Adapco ou encore Comsol et The MathWorks notamment. Mais, comme le souligne Thomas Thouvenot « si les logiciels du commerce sont fiables et parfaitement stables, leur coût d'exploitation reste élevé notamment pour suivre les évolutions de versions et gérer l'aspect propriétaire du code. En outre, l'échelle de temps à laquelle répondent nos projets (plusieurs dizaines d'années) et la nécessaire traçabilité des opérations de calcul effectuées pendant leur durée de vie nous obligent à être attentif à la pérennité de ces outils et donc d'être plus ou moins dépendants de la politique menée par leurs éditeurs. Autant de raisons qui nous poussent aujourd'hui à étudier l'intérêt des codes libres comme celui proposé par EDF et baptisé Saturn. ».

L'indispensable complémentarité calcul-expérimentation

Application typique d'analyse CFD effectuée par le centre de Recherche de Maisons-Lafitte : l'optimisation d'un procédé dit « Turbomix » assurant la décantation des boues par floculation. La simulation permet de jouer plusieurs scénarios de fonctionnement avec des paramètres différents, et de visualiser dynamiquement et en 3D le déplacement de particules virtuelles. Le but est d'obtenir une distribution homogène des vitesses et un temps de séjour du liquide dans l'installation le plus court possible. « Sur ce type d'application, il nous fallait auparavant trois semaines pour obtenir les résultats d'un calcul sur une station de travail classique. Grâce à son fonctionnement massivement parallèle, le serveur de calcul SGI nouvellement implanté dans nos locaux nous donne le même résultat en seulement trois jours ! Nous avons gagné en puissance pure bien sûr, mais également en disponibilité et en sécurité grâce aux multiples redondances de stockage, d'alimentation, et de réseau. Et puis cela permet aux sept ingénieurs de l'équipe de travailler sur trois sites différents avec les mêmes performances et la même souplesse en terme de ressources disponibles » détaille Thomas Thouvenot. Second exemple représentatif, Veolia souhaitait évaluer



Un tout nouveau serveur de calcul vient appuyer les analyses numériques nombreuses effectuées par le département Modélisation et Technologie de l'Information, notamment dans le domaine des fluides et de la chimie biologique.

l'intérêt d'un « décanteur » de forme rectangulaire à la place de l'habituelle géométrie circulaire. « Le calcul numérique nous a permis de comprendre précisément les nouveaux phénomènes hydrauliques mis en jeu, et de simuler la réaction de l'ouvrage à un soudain accroissement de débit entraîné par un orage violent. Des informations précieuses avant d'entamer la construction d'un équipement de plusieurs milliers de m³... »

Calculs numériques et tests en laboratoire sont également employés pour déterminer les besoins de Veolia vis-à-vis des fournisseurs d'équipements. Comme l'explique Thomas Thouvenot « nous avons par exemple analysé finement le fonctionnement d'un digesteur pour vérifier ses spécifications et proposé des améliorations géométriques. Celles-ci permettraient d'améliorer l'homogénéité de brassage et d'éviter des

zones de stagnation, source possible de blocage de la vanne de purge. »

Le multi-physique devient indispensable

Distribuer l'eau aux consommateurs, c'est la transporter sur des milliers de kilomètres de canalisations. Là aussi la simulation prend toute sa place. La conception des réseaux par Veolia Environnement s'appuie sur l'utilisation d'un outil comme Flowmaster qui permet d'élaborer et de dimensionner les circuits, et de minimiser les pertes de charges. Le couplage de cet outil 1D avec le logiciel de The MathWorks Matlab permet en plus de simuler des lois de régulation logique et d'en vérifier la pertinence.

Seconde utilisation de la simulation dans ce cadre : prévenir la casse des canalisations, un besoin vital pour l'exploitant. « Des

travaux sont menés actuellement par l'un de nos ingénieurs pour modéliser la corrosion survenant sur ces tuyaux généralement en fonte grise. Les essais physiques que nous menons vont permettre de déterminer une loi cinétique de corrosion caractérisant précisément le matériau adopté. Nous pourrions l'appliquer à la structure complète des

canalisations modélisées en 3D et ainsi prévoir leur détérioration en fonction de leur environnement direct. »

Enfin, l'avenir des travaux menés par l'équipe de R&D est clairement à la multiphysique. Le couple Fluide-Structure est déjà largement utilisé par exemple pour déterminer la fatigue de filtres à membrane soumis

à des turbulences liquides afin d'en prévenir la casse. D'autres combinaisons sont également courantes et notamment l'injection de résultats de calcul de CFD dans un code de modélisation biochimique. Car l'efficacité des actions biologico-chimiques mises en œuvre pour débarrasser l'eau de ses impuretés dépend directement des

mouvements du liquide dans l'appareil de traitement. « Un mode de couplage faible qui correspond à de nombreuses applications dans notre domaine d'activité, et qui devrait progresser dans les années à venir vers un couplage fort, plus précis en terme de modélisation des intercalions du milieu » commente Thomas Thouvenot. ♦



Améliorer les process, préconiser des modifications de matériels, ou dimensionner des équipements de génie civil, autant de tâches où la simulation numérique prend toute sa place dans le département Veolia Environnement Recherche et Innovation.

