

# Entretien avec Denis Gueyffier, nouveau directeur scientifique du domaine Simulation numérique avancée



Denis Gueyffier

Directeur scientifique du domaine Simulation numérique avancée

07 juin 2024

Depuis le 1er avril, Denis Gueyffier succède à Laurent Cambier au poste de directeur scientifique du domaine Simulation numérique avancée (SNA). Exascale, environnements de simulation transverses, parité, apport des mathématiques appliquées, autant de défis qu'il aura à relever ! Son parcours, multiple, a donné à Denis Gueyffier expérience, vision, et ambition pour l'ONERA. Explications.

**Quelles sont les grandes étapes de votre parcours ? Et diriez-vous que vous vous êtes épanoui grâce à vos travaux en recherche amont en début de carrière ?**

Tout d'abord, comme beaucoup de scientifiques, j'évoquerai ma thèse, en simulation numérique appliquée aux écoulements diphasiques (un liquide et un gaz). Il s'agissait de mettre en place les méthodes numériques et outils logiciels pour simuler le « splash » des gouttes, les jets et films liquides, les bulles...

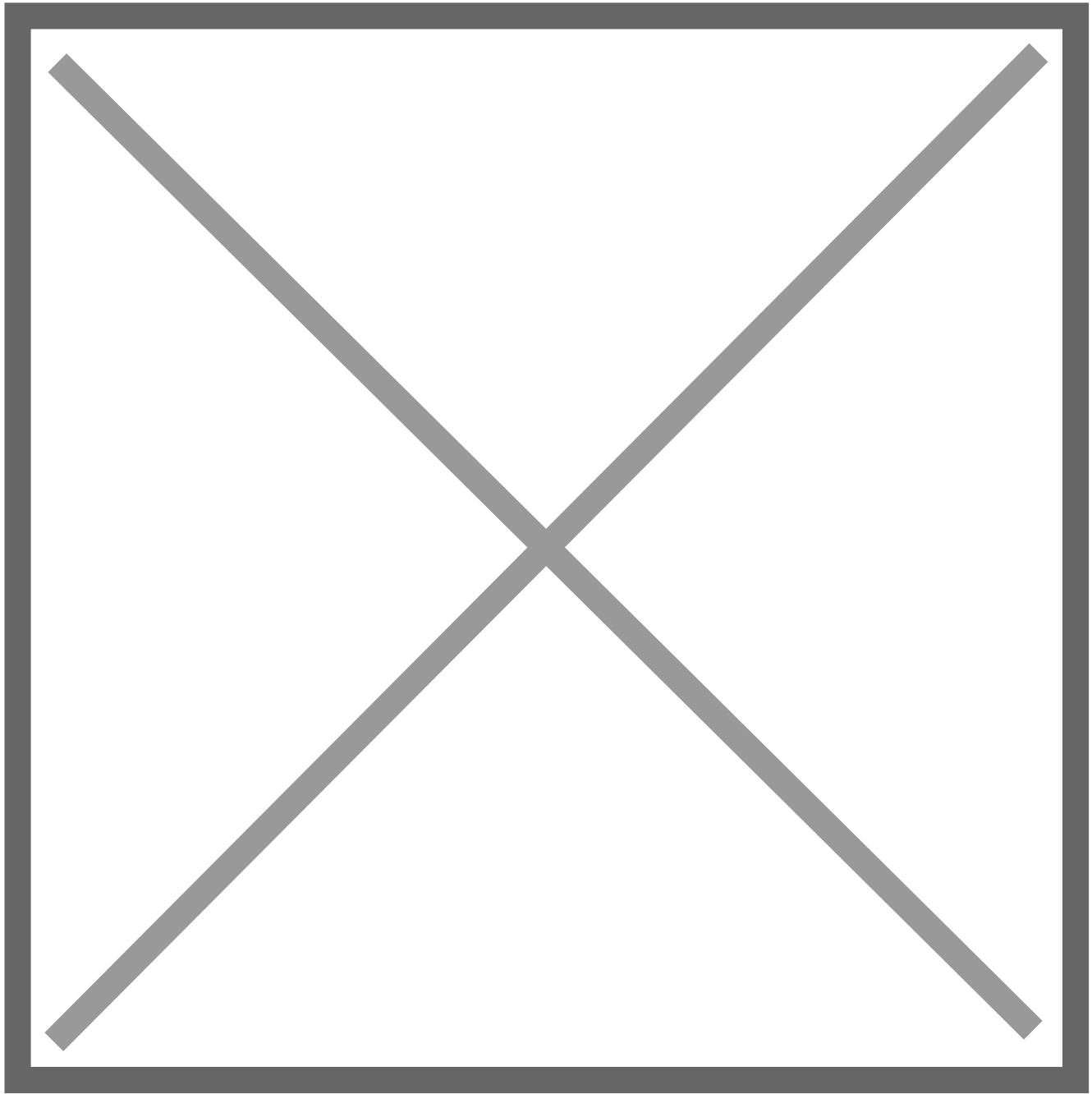
Durant ces trois années passées au CNRS, un moment marquant pour moi a été le réexamen d'une des théories sur les films liquides de P.G. De Gennes. Cet épisode m'a scientifiquement et humainement beaucoup appris.

Puis, j'ai continué dans des environnements dans lesquels j'ai mené des travaux amont : oui, la recherche plus fondamentale m'a beaucoup animé, mais je trouve aujourd'hui particulièrement gratifiante la recherche qui a un impact fort et rapide sur les finalités. Je m'explique : faire avancer les connaissances compte, mais la partie la plus utile, celle qui fait avancer notre société est celle qui me fait rêver.

Dans les différents postes que j'ai eu la chance d'occuper depuis ma thèse au CNRS, que ce soit au MIT de Cambridge en tant qu'Instructor of Applied Mathematics, au Courant Institute de New York en tant que research scientist, lors de la création de la startup eNetshare, ou en tant que research scientist à la NASA, c'est ce que je me suis donné comme ambition. Dans les endroits où j'ai travaillé à cette période, j'ai plusieurs fois vu des innovations de rupture en provenance de la recherche amont remonter de façon fulgurante vers les applications concrètes.

**Si le dénominateur commun de toutes vos expériences est « l'utile », il s'applique donc aussi à votre expérience à l'ONERA ?**

Absolument. Lorsque j'ai choisi de rentrer en France pour raisons personnelles en 2011, j'ai cherché un poste qui allie intérêt scientifique et pertinence sociétale : quoi de plus galvanisant que de travailler sur les fusées du futur ? J'ai donc rejoint le DMPE, dans l'unité MPF, où je pouvais travailler sur la simulation numérique, ma spécialité, appliquée au domaine spatial qui me passionnait. J'ai alors développé des méthodes et modèles pour le logiciel CEDRE, et ce, dans un total esprit collaboratif, une autre dimension primordiale pour moi.



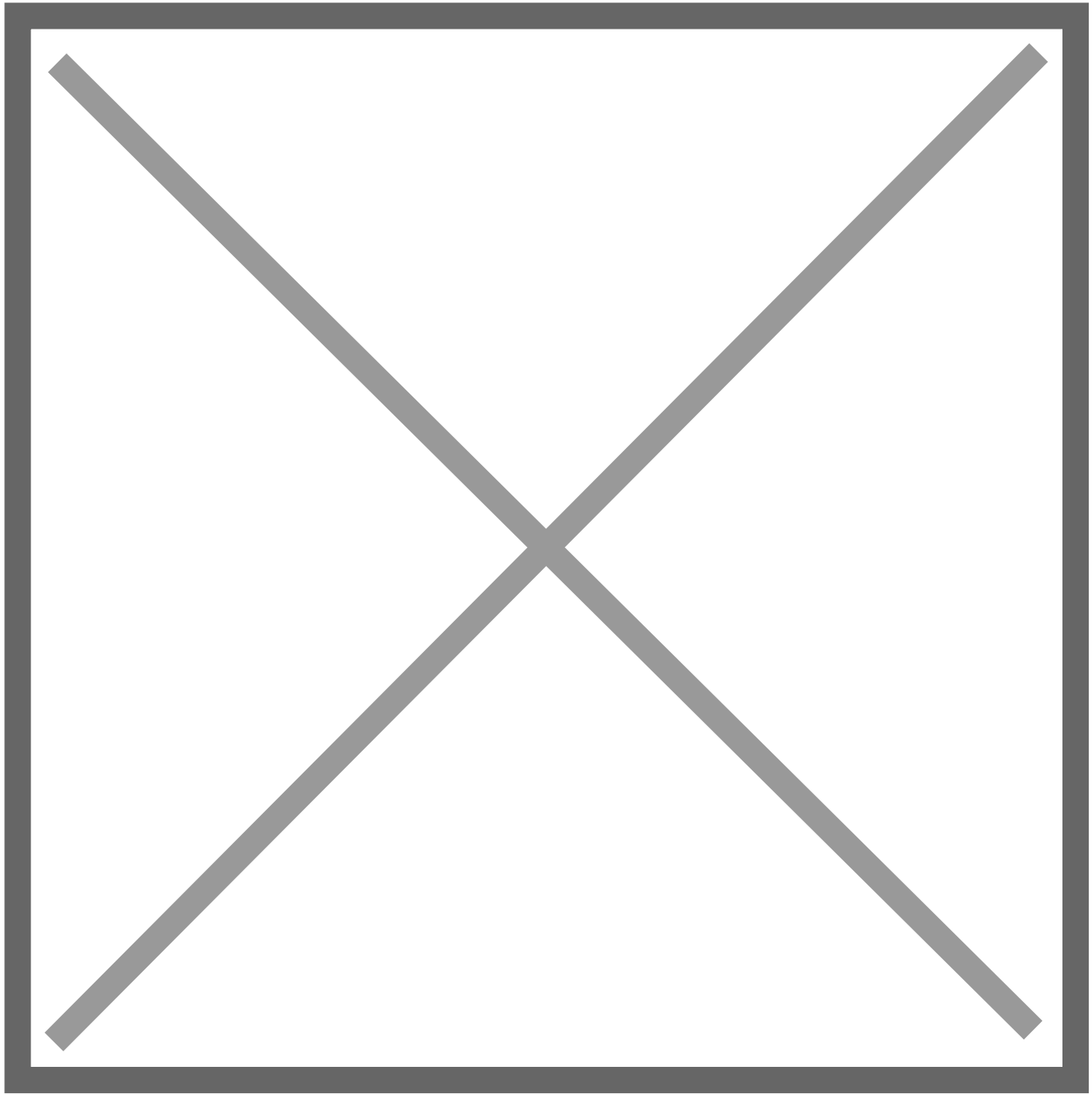
CEDRE : Simulation multi-fidélités (RANS/LES) et multi-espèces de l'ensemble compresseur / chambre de combustion BEARCAT (Safran)

**On imagine les scientifiques travaillant sur les codes de calcul plutôt sur le cliché du « solitaire informaticien » devant un ordinateur durant des heures. Pourtant, vous revendiquez le travail d'équipe ? C'est-à-dire ?**

Un grand logiciel de simulation par exemple ne se construit pas seul, loin de là. J'aime l'idée de passage de relais, qui se vérifie à toutes les étapes avant d'aboutir à un logiciel qui serve le besoin des utilisateurs. Prenez un schéma classique : on part d'un post-doctorant, encadré par un chercheur dans une équipe de l'ONERA, qui propose un nouvel algorithme améliorant significativement les

performances ou la précision d'une méthode numérique, puis un développeur travaille avec lui pour l'adapter au grand logiciel, suivi d'un architecte et un intégrateur, qui ont la vision d'ensemble et interviennent pour l'intégrer dans l'édifice assemblé, et tout ce monde travaille main dans la main avec un ingénieur d'une unité applicative et avec l'utilisateur industriel pour répondre au besoin finalisé. Ces échanges sont extrêmement riches, passionnants, parfois passionnés et bel et bien incontournables. Impossible de monter ce type d'opération seul dans son coin. Aujourd'hui on sait réaliser de façon organisée et efficace ces cycles de remontée des innovations scientifiques et techniques dans nos logiciels industrialisés.

Entre 2016 et début 2024, lorsque j'étais responsable de l'unité CLEF (Conception de Logiciels pour les Ecoulements de Fluides) du DAAA, le travail en équipe a été déterminant, et j'ai pu m'appuyer sur des collègues d'immense talent, qu'ils soient au sein de l'unité même, ou dans les autres unités, départements ou bien au sein de la Direction des Programmes Aéronautiques. Aujourd'hui, je suis fier d'avoir participé avec eux à l'évolution d'elsA et à la création de SoNICS, un code très différenciant, apportant des innovations sur plusieurs plans jusqu'à l'industriel.



ELSA : première simulation ZDES en maillage non structuré d'une hélice d'open fan (DGAC MONICA)

**Vous évoquez les échanges avec les industriels, comment voyez-vous cette collaboration ?**

Cela peut sembler un discours politiquement correct, et pourtant en matière de simulation numérique, le retour « client » est indispensable. On développe un code pour qu'il rende de vrais services à l'utilisateur. D'un côté, on a l'excellence scientifique de nos ingénieurs, sachant qu'un code capitalise une grande quantité de savoir des chercheurs. Et de l'autre, l'utilisateur qui nous pousse à travailler sur le problème finalisé, celui qui représente le vrai défi applicatif. Le dialogue entre les deux est évidemment primordial.

## **Vous venez de prendre le poste de directeur scientifique du domaine SNA, quels seront vos premiers défis ?**

D'abord, je veux dire que je marcherai dans les pas de Laurent Cambier, mon prédécesseur, dont l'action en faveur de la transversalité interdisciplinaire entre logiciels est à saluer et à poursuivre (l'on peut citer l'environnement de simulation multiphysique ORION par exemple). Je resterai donc dans cette dynamique de mutualisation entre les différentes physiques et disciplines.

Par ailleurs, le défi de l'exascale reste à relever : l'ONERA est partie prenante dans la future machine exaflopique (plus d'un milliard de milliards d'opérations par seconde) française, et nous devons retrousser collectivement nos manches pour préparer nos logiciels à l'arrivée de cette machine et des suivantes.

Plus globalement, l'une des dimensions de mon rôle à la DSG est la mise en réseau des équipes. Je veux donner un sens et insuffler de l'énergie pour relever les défis numériques et algorithmiques, les défis HPC, les défis plateformes, les défis logiciels à venir, et sur ce chemin je défendrai des projets transverses avec les différents talents nécessaires.

Un logiciel de simulation c'est un mouvement permanent. Il faut, perpétuellement, améliorer certaines briques tout en veillant à ce que l'assemblage reste solide. Parfois on intègre même une brique ou une méthode qui apporte une rupture complète en termes de performance, de précision ou de représentativité physique, qui nous fait faire un bond : ce moment-là est magique et galvanisant !

Sans compter le défi de la parité homme-femme pour lequel le domaine est en retard. Il faut ouvrir les portes de la simulation numérique et des mathématiques appliquées aux femmes.

En ce qui concerne les mathématiques appliquées d'ailleurs, je trouve qu'on ne souligne pas assez leurs apports en termes quantitatifs, ce qui serait pourtant édifiant ! Parlons par exemple des performances de calcul des logiciels de simulation. Elles proviennent de trois sources : d'abord de la performance des processeurs CPU ou GPU associée à la hiérarchie mémoire et à l'interconnexion ; ensuite de la programmation et de l'algorithmie HPC pour utiliser de façon optimale la ressource de calcul ; mais la troisième source, celle qui provient plus directement des mathématiques appliquées est moins évoquée alors même qu'elle est à l'origine d'accélération parfois supérieures : j'ai pu voir par exemple des accélérations de temps de calcul supérieures à un million par rapport aux méthodes classiques avec un successeur de la méthode Fast Multipoles ! En conjuguant les accélérations de performances provenant des experts de l'algorithmie HPC et celles provenant des mathématiciens appliqués, nous pouvons viser ici, à l'ONERA, des accélérations très importantes.

Enfin, je m'attacherai à faire collaborer la jeune génération et les ingénieurs plus expérimentés, parce que je crois réellement au lien intergénérationnel. Je disais qu'un logiciel de simulation ne se fait pas seul : en effet, à l'indispensable fougue d'un nouvel embauché ou d'un doctorant, doit s'adosser l'expérience d'un ingénieur-chercheur qui le guidera en veillant à entretenir sa belle énergie. Laurent Cambier avait promu le Grand Challenge HPC - Jeune Chercheur, un type d'initiative que je trouve très enthousiasmante. Je serais ravi de promouvoir également des hackathons, ces marathons collaboratifs de développeurs rassemblés par exemple autour de challenges applicatifs.