

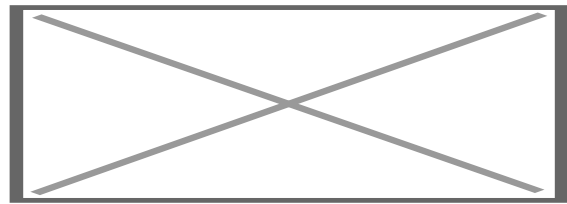
Le calcul intensif : une course effrénée à l'innovation et à la puissance



Imaginez une vie sans prévisions météo précises, sans effets spéciaux cinématographiques époustoufflants, sans voitures et avions conçus pour la sécurité... Le calcul intensif est partout, et cela ne date pas d'hier ! Dans ce nouveau podcast nous allons vous raconter, avec Denis Gueyffier directeur scientifique du domaine « Simulation numérique avancée », l'incroyable saga du calcul intensif de ses origines, à ses multiples applications dans le domaine aéronautique, spatial, Défense et là où on imagine qu'il pourrait nous mener.

07 juillet 2025

Pour un organisme de recherche comme l'ONERA, les calculs intensifs sont présents dans une très grande partie des études scientifiques et techniques au profit de ses partenaires industriels et académiques. L'ONERA, qui est l'un des seuls organismes de recherche en France à disposer de moyens internes pour des raisons d'efficacité confidentialité et de coûts, n'a jamais cessé d'innover depuis 1946 date de sa création.



ECOUTER LE PODCAST

Le calcul intensif est hautement innovant : puces de plus en plus puissantes aux finesses de gravures nanométriques, ordinateurs et super ordinateurs de plus en plus performants, simulation de toutes les physiques complexes, IA, quantique...

Une saga scientifique qui puise ses racines dans la grande histoire

Le calcul intensif trouve ses origines dans les années 1930, avec l'exil de scientifiques vers les États-Unis. Il s'accélère pendant la Seconde Guerre mondiale avec la construction de l'ordinateur Mark I et les travaux de Von Neumann sur le projet Manhattan. Après-guerre, le contexte de guerre froide et la conquête spatiale entraînent une forte croissance du domaine. Des calculs jadis effectués à la main par des "calculatrices humaines", comme Katherine Johnson à la NASA, sont désormais automatisés à une vitesse fulgurante.

Depuis l'IBM 601 des années 1930 à aujourd'hui, la puissance de calcul a été multipliée par un milliard de milliard. Les supercalculateurs modernes sont composés de dizaines de milliers de cœurs de calcul et intègrent des GPU (unités de traitement graphique), accélérant massivement les opérations.

Des applications stratégiques et variées

Dans le domaine ASD (Aéronautique, Spatial, Défense), le calcul intensif permet de réduire certains essais physiques coûteux, de simuler des conditions extrêmes, de modéliser l'aérodynamique, la combustion, les propriétés des matériaux, la propulsion, les effets acoustiques, la foudre, la furtivité radar ou infrarouge, ou encore la reconnaissance et la classification d'objets par IA (avions, drones, etc.) ... Le cinéma et les jeux vidéo l'utilisent aussi pour des effets visuels bluffant (vagues, cheveux, feux, etc.).

L'hybridation avec l'intelligence artificielle

L'union de la simulation numérique et de l'IA constitue une avancée majeure. Cette hybridation permet d'optimiser par exemple les formes d'aéronefs, de générer du code, d'améliorer la détection d'attaques électromagnétiques), d'améliorer la prévision météo ou la conception de matériaux.

Le calcul intensif, la simulation numérique et de plus en plus, dorénavant, l'hybridation avec l'IA font partie intégrante des systèmes de conception dans un grand nombre de domaines scientifiques et de l'ingénierie et en particulier dans le domaine ASD (aéronautique, spatial, défense).

Il est utilisé partout dans l'industrie à toutes les étapes de conception des aéronefs et permet de réduire la quantité d'essais et expériences plus coûteuses. On reproduit aussi virtuellement des conditions extrêmes physiques (haute altitude, ultra haute température et pression, vitesse hypersonique, plasmas...) qui peuvent exister dans la vraie vie sans avoir à le faire par l'expérience réelle, là où souvent la mesure est impossible à réaliser. La simulation permet aussi de tester rapidement un grand nombre de formes, de configurations et de conditions. Bien sûr pour valider ensuite les configurations plus abouties, l'étape soufflerie est ensuite indispensable avant de passer à

des essais en conditions réelles, par exemple en vol.

GullhyverCalcul instationnaire elsA de la configuration Gullhyver avec moteur non caréné

L'ONERA : un des rares acteurs du secteur en France à disposer de ses propres moyens

A l'ONERA, le calcul intensif est utilisé à grande échelle pour la simulation et pour l'IA.

L'ONERA dispose de trois calculateurs gérés au sein du pôle Calcul scientifique intensif de la direction des systèmes d'information. Ils sont utilisés quotidiennement par 200 à 300 ingénieurs.

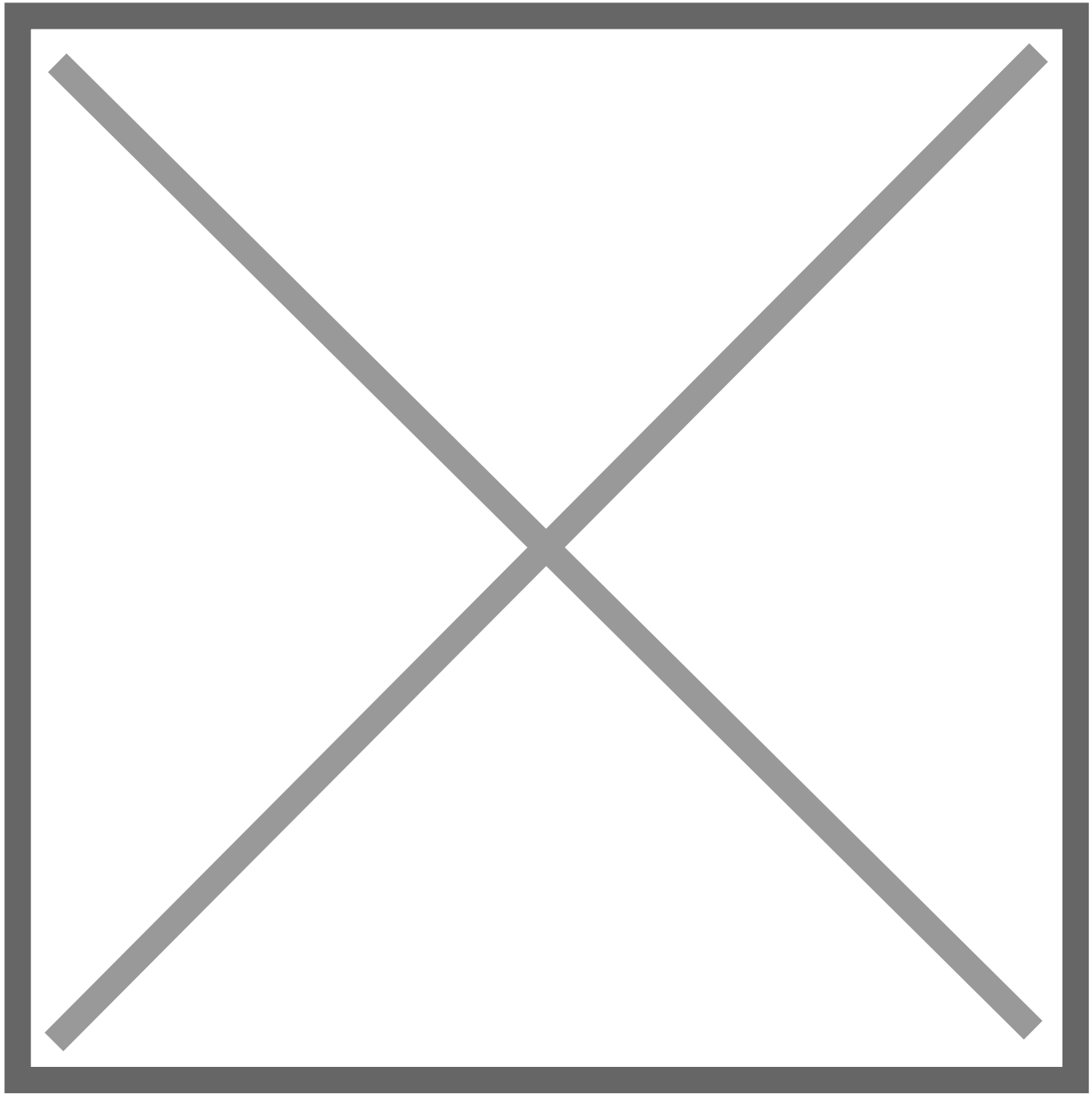
Il s'agit des :

- Calculateur de production SATOR
- Calculateur de développement SPIRO progressivement remplacé par JUNO
- Calculateur dédié aux études de défense SIROCCO

Capables de réaliser des milliards de calculs par seconde, ces outils permettent aux chercheurs de l'ONERA de travailler sur des projets ambitieux, comme la conception de futurs avions plus silencieux ou la simulation de conditions extrêmes pour les activités militaires et spatiales.

Les machines doivent être de plus en plus agiles et performantes et renouvelées périodiquement avec les dernières générations de puces de calcul.

L'IA pour la perception et l'IA pour la physique représentent des enjeux majeurs pour notre domaine. Dans ces domaines, il faut des matériels très performants et des savoir-faire spécifiques pour les mettre en œuvre.



Hybridation entre simulation et IA pour optimiser conjointement l'ensemble des éléments d'une caméra optronique

Une course à la puissance et une accélération fulgurante depuis l'arrivée des cartes graphiques depuis 5 ou 10 ans.

Les chiffres donnent le tournis ! On va sortir de l'ère du PetaFlops (1 million de milliard d'opération par seconde) pour entrer dans celle de l'exaPFlopique, c'est-à-dire, des milliards de milliards d'opérations par seconde. Les limites de la puissance de calculs sont sans cesse repoussées et on peut se demander jusqu'où cela va aller !

La France et l'Europe investissent massivement dans les datacenters et les machines exaflopiques, capables de réaliser des milliards de milliards de calculs par seconde. Le projet Alice Recoque, futur joyau du paysage scientifique français, promet de révolutionner la recherche dans des domaines tels que l'intelligence artificielle et la simulation numérique.

Pour rester à la pointe de cette course à l'innovation, l'ONERA doit attirer les meilleurs talents. C'est pourquoi l'institut a créé AILab, un laboratoire transverse d'intelligence artificielle qui réunit les experts.

L'ONERA travaille également sur le calcul quantique au sein de son laboratoire QTech, ouvert en 2022. Les défis sont nombreux dans ce domaine tout juste naissant, mais les enjeux sont considérables.

Le calcul intensif est bien plus qu'un outil de recherche, c'est un moteur pour l'innovation et le progrès.

Bref une histoire passionnante avec en germe un potentiel de découvertes immense !

Bonne écoute !